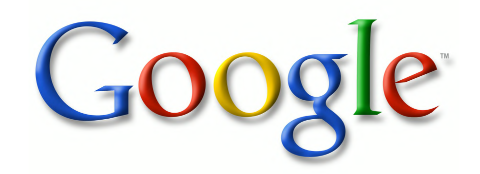



UC-NRLF
$B 75 365



Der Erdboden

nach

Entstehung, Eigenschaften

und

Verhalten zur Pflanzenwelt.

Ein Lehrbuch für alle Freunde des Pflanzenreiches,

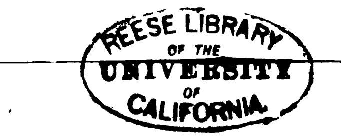
namentlich aber

für Forst- und Landwirthe

von

Hofrath Dr. Senft,

Professor an der Forstakademie zu Eisenach,
Mitglied vieler in- und ausländischer naturwissenschaftl. Gesellschaften
und Ritter mehrerer hoher Orden.



HANNOVER
Hahn'sche Buchhandlung.
1888.

Hofbuchdruckerei der Gebrüder Jänecke in Hannover.



Vorrede.

„Die Lehre vom Erdboden ist für jeden Pflanzenzüchter von der grössten Wichtigkeit. Das geben wir vollständig zu. Aber, was wir alles in einer „wissenschaftlichen Bodenkunde“ erlernen sollen, das ist für uns Praktiker des Guten zuviel. Da sollen wir nicht nur Mineralogie, Gesteinskunde, ja selbst Formationenlehre aus dem Grunde heraus studiren, sondern sogar Dünnschliffe von Felsarten präpariren und unter dem Mikroskope untersuchen, um für alle Fälle den augitischen Grünstein von dem hornblendehaltigen, oder den feldspatigen Basalt von dem nephelinhaltigen unterscheiden zu können; da sollen wir ferner mit einem complicirten Schlämmapparate alle Sorten Sand und Steinmehl aus einem Boden abscheiden; da sollen wir endlich in einem vollständigen chemischen Laboratorium, wenn möglich auch mit einem Polarisationsapparate, die kleinsten Mengen von Kali, Natron, Lithion u. s. w. in einer handvoll Ackererde aufsuchen, um daraus die Pflanzenproductionskraft eines ganzen Ackers zu bestimmen, ohne zu bedenken, dass sich die Mengen der genannten Stoffe fast in jedem Augenblicke ändern, so lange ein solcher Acker den auf ihm wachsenden Pflanzen ihr tägliches Brod darreichen soll; ganz abgesehen davon, dass jeder durchdringende Regenguss das Mengeverhältniss seiner im Wasser leicht löslichen Kali-, Natronsalze ändert. Das Alles ist doch des Guten zuviel. Wo sollen wir Pflanzenzüchter die Zeit hernehmen, einerseits um uns die nothwendigsten Vorkenntnisse zu all dieser Wissenschaft anzueignen, und andererseits um die ebengenannten Untersuchungen regelrecht und gewissenhaft auszuführen? Wo bleibt denn da die Zeit für die Pflege unserer

Aecker und Pflanzen? — Aber noch Eins: alle die Apparate und Materialien zu den obengenannten Untersuchungen kosten auch viel Geld, — mehr als die jährlichen Einnahmen unserer Gehülfen betragen. Sehen Sie, lieber Herr, das alles ist ein Fehler, noch dazu ein grosser, unserer gelehrten Lehrbücher der Bodenkunde. Aber sie haben noch einen Fehler, der für uns Praktiker von Bedeutung ist. Sie vernachlässigen nämlich mehr oder minder alle weiteren Belehrungen über das Verhalten des Erdbodens zur Pflanzenwelt, namentlich zu der wild auf ihm wachsenden, zu geben, obgleich gerade diese letztgenannten Pflanzen in den meisten Fällen die physischen Eigenschaften und die Pflanzenproductionskraft eines Bodens charakterisiren. Das ist nach meiner Ansicht ein grosser Fehler der praktisch sein sollenden Bodenkunde."

Das Vorstehende ist der Inhalt eines Briefes, welchen mir vor einigen Jahren ein, sonst in seinem Fache ausgezeichneter, praktischer Landwirth bei Gelegenheit schrieb, als er mir ein Säckchen voll Diluvialsand zur Untersuchung auf die noch zersetzbaren Gemengtheile des letzteren sendete. Und ich — ich konnte ihm in der That nicht ganz unrecht geben, wenn er auch in seinen Klagen über das Zuviel und das für den Praktiker „Ungeniessbare" oder „Unbrauchbare" in den Lehrbüchern der Bodenkunde zu weit ausgeholt hatte; ja ich musste ihm sogar recht geben, als er im Verlaufe seines Briefes auch auf die Unbrauchbarkeit der geognostischen Karten zu reden kam, indem diese z. B. in dem Gebiete der Buntsandstein- und Keuperformation weit ausgebreitete Ablagerungen als „bunte Mergel" angäben, welche aber in ihrer ganzen Masse „keine Spur von Kalk" enthielten.

In Folge von allem dem kam ich nun aber auch auf den Gedanken, eine ehrliche und genaue Revision nicht nur des ganzen Lehrstoffes, sondern auch der Lehrmethode in der Bodenkunde anzustellen. Und da fand ich denn allerdings, dass man in den Lehrbüchern der Bodenkunde zuviel Mineralogie und Geognosie dem, mit diesen beiden Wissenschaften nicht oder nur wenig bekannten, praktischen Pflanzenzüchter darbiete und dabei zuviel Kunst und Lehrapparat anwende, um dem Anfänger und den,

in seinem Berufe viel beanspruchten, Praktiker auch nur mit dem Wichtigsten und Einfachsten vertraut zu machen, (— wobei ihm, beiläufig gesagt, alle Lust und Liebe zur Bodenkunde verloren ging —).

Um nun allen diesen Uebeln abzuhelfen und um meine Schüler für die so interessante Bodenkunde zu gewinnen, beschloss ich, möglichst praktisch zu verfahren — da ich es ja doch nur mit Praktikern zu thun hatte — und, soweit es irgend möglich war, nur die Mutter Natur selbst als Lehrmeisterin zu benutzen, um von ihr zu erfahren, was sie alles thut, um das starre Gestein in fruchtbares Erdreich umzuwandeln, wie sich bei diesem Arbeiten die Gesteinsmassen verschieden zeigen je nach ihrer verschiedenen Bestandesmasse; wie die Natur das Pflanzenreich benutzt, um aus den Felsmassen Erdreich zu schaffen; wie sich dabei der Einfluss des Pflanzenreiches verschieden zeigt, je nach der Art des von ihm behandelten Gesteines; und wie dann auch eine Pflanzenart der anderen hilft, um am Ende das feste Felsgemäuer der Erdoberfläche in einen fruchtbaren, dem Thiere und dem Menschen auf viele Jahre hin behaglichen, Wohnsitz umzuwandeln.

Bei allen diesen Beobachtungen in der Natur wurde es mir klar,

1) dass eine gründliche Kenntniss wenigstens derjenigen Mineralien und Felsarten, aus denen vorherrschend die Pflanzen tragende Erdkrume entsteht, absolut nothwendig ist, da ja die Felsarten nicht bloss die Mütter aller Bodenarten, sondern auch durch ihre chemischen Bestandtheile die Spenderinen aller mineralischen Pflanzennahrung sind, und da auch ihre, unter der Form von Geröllen, Grus, Kies und Sand in dem Erdboden auftretenden Zersetzungsüberreste ein Pflanzennahrungsmagazin für alle Zeiten bilden;

2) dass aber auch eine genaue Kenntniss aller derjenigen Pflanzenarten, welche die verschiedenen Zustände, physischen Eigenschaften und Arten von Nahrungsstoffen eines Bodens andeuten, höchst zweckmässig ist, da ja durch diese Pflanzen in

sehr vielen Fällen nicht bloss der mineralische Bestand eines Bodens charakterisirt, sondern auch die Art und Weise, wie ein Boden zur Pflanzenzucht behandelt werden muss, angedeutet wird.

Für den, der die Natur des Bodens und sein Verhalten zum Pflanzenreiche gründlich kennen lernen will, sind also Beobachtungen im Haushalte der Natur unumgänglich nothwendig. Aus ihnen allein erlernt man die Felsarten, ihre Umwandlung in Erdboden, die verschiedenen Arten des letzteren und die verschiedenen Einwirkungen der Pflanzenwelt auf die Fortbildung, Verbesserung oder auch Verschlechterung des sie tragenden Bodens am besten kennen.

Von diesen Grundsätzen ausgehend versuchte ich aus den Erfahrungen, welche ich im Laufe meiner fünfundfüngzigjährigen Beobachtungen gemacht habe, diejenigen zu einem Lehrbuche zu vereinigen, durch welches sich namentlich der angehende Praktiker auf naturgemässe Weise diejenigen Kenntnisse aneignen kann, mittelst deren er die Natur des Bodens und sein Verhalten zur Pflanzenwelt selbständig zu untersuchen vermag. Ich theile in meiner Arbeit treu und ehrlich mit, was mir die Natur gelehrt hat; ob ich nun aber in allen Fällen auch die Lehren derselben richtig verstanden, das hoffe und wünsche ich, aber — „Irren ist menschlich". Eins wenigstens habe ich durch meine Methode erreicht: Meine Schüler, welche in den allermeisten Fällen ohne alle Vorkenntnisse in der Mineralogie und Geognosie meine Belehrungen in diesen beiden Wissenschaften erhielten, wurden meist eifrige, wissbegierige Anhänger der Gesteins- und Bodenkunde.

Eisenach, 1. April 1888
(am Schlusse meines 54. Lehrerjahres).

Dr. Senft.

Inhalts-Verzeichniss.

Erste Abtheilung.

Naturgeschichte des Erdbodens.

I. Abschnitt.

Die Bildungsmittel des Erdbodens.

II. Der Gesteinsschutt.

A. Felsschutt.

B. Erdschutt.

B. Die vegetabilischen Zersetzungs- (oder Humus-) substanzen als Bestandtheile des Bodens.

II. Abschnitt.

Seite

Nähere Beschreibung der Bodenarten.

A. Die Rohbodenarten.

Zweite Abtheilung.

Der Erdboden in seinem Verhalten zur Pflanzenwelt.

I. Abschnitt.

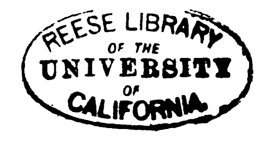
Der Erdboden als Heimathsstätte des Pflanzenreiches.

II. Abschnitt.

Das Verhalten der lebenden Pflanzen zum Erdboden.

Erste Abtheilung.

Naturgeschichte des Erdbodens.



I. Abschnitt.

Die Bildungsmittel des Erdbodens.

Einleitung.

§ 1. Die Bildungsmittel des Erdbodens im Allgemeinen. — Der Erdkörper besitzt, ebenso wie eine Haselnuss, einen Kern und eine Schale oder Rinde. Diese Rinde besteht vorherrschend aus Steinmassen, von denen die Einen in übereinander ausgebreiteten Lagen oder Schichten den Erdkern umgürten, die Anderen aber in mächtigen Massen diese Lagen von unten nach oben durchdringen. Alle diese, aus der Oberfläche des Erdkörpers häufig in gewaltigen Zacken und Felsrunzeln hervorragenden, Gesteinsmassen nennt man, sobald sie weit ausgebreitete Strecken der Erdrinde mit sehr grosser Mächtigkeit ausfüllen, Felsarten oder Gesteine. Aus der mechanischen Zertrümmerung dieser Erdrindemassen entsteht zunächst der Fels- oder Gesteinsschutt und dann aus der theilweise chemischen Zersetzung sowohl dieses letzteren, wie überhaupt der bei weitem meisten Felsarten der Erdschutt oder Erdboden. Die festen Gesteinsmassen der Erdrinde sind demnach die Mütter für alle Arten des Erdbodens. Wer daher die mineralische Bestandesmasse und die Eigenschaften dieser letzteren genau kennen lernen will, der muss zuvor die Bildungsmittel derselben, d. i. die verschiedenen Gesteinsarten nach ihrer Zusammensetzung genau zu erforschen suchen. — Aber noch nicht genug: der so aus den Felsarten entstandene mineralische oder rohe Erdboden bildet für sich allein

nur erst das Lagergebäude und Magazin für alle diejenigen Substanzen, aus welchen die eigentlichen Nahrungsmittel der Pflanzen, welche künftig das Bodengebäude bewohnen sollen, bereitet werden. Für viele Pflanzenarten ist dieser noch unausgebaute Wohnsitz mit seinen rohen Nahrungsstoffen wohl eine Zeit lang ausreichend, aber es gibt auch noch sehr viele Pflanzen, für welche diese rohen Nahrungsstoffe sowohl ihrer Art wie ihrer Menge nach nicht ausreichen; und ausserdem wird auch diese Nahrung im Zeitverlaufe so aufgezehrt, dass die nachfolgenden Generationen dieser ersten Pflanzenansiedlungen verkümmern müssten und dann der Boden eine pflanzenleere Einöde bilden würde, wenn die Natur nicht von vorn herein Mittel geschaffen hätte, durch welche die in einem Bodenmagazine vorhandenen Pflanzennahrstoffe nicht nur ersetzt, sondern auch so zubereitet würden, wie sie die nach und nach auf dem Boden sich ansiedelnden Gewächse zu ihrem Gedeihen brauchen. Dieses, den rohen Mineralboden verbessernde und auf lange Zeiträume hin für die Pflanzen der verschiedensten Art fruchtbar erhaltende, Mittel nun wird durch die nach und nach auf dem Boden sich ansiedelnde Pflanzenwelt selbst gebildet, indem diese durch die alljährlich absterbenden und verwesenden Körperglieder ihrer verschiedenen Individuen dem Boden Stoffe übergeben, durch welche einerseits die von früheren Ansiedlern verbrauchten Nahrungssubstanzen wieder ersetzt und andererseits aus dem Rohmateriale des Bodens neue geschaffen werden.

Der mineralische Erdboden wird hiernach erst dann auf lange Zeiträume hin der fruchtbare Wohnsitz für die Pflanzenwelt werden, wenn seine Mineralmasse reichlich untermengt ist mit den Verwesungs- oder Fäulnisssubstanzen der auf ihm abgestorbenen Pflanzen. Aus diesem Grunde ist es nothwendig, nicht nur den mineralischen, sondern auch den sogenannten Humusgehalt eines Bodens genau kennen zu lernen.

Im Folgenden sollen nun diese eben erwähnten Bildungsmittel des Erdbodens genauer betrachtet werden, — und zwar zunächst die mineralischen Bildungssubstanzen als die Grundmassen eines jeden Bodens, und dann die Humussubstanzen als die Mittel, welche den Rohboden in Culturboden umwandeln.

A. Die mineralischen Bodenbildungsmittel.

I. Die Felsarten.

§ 2. Verschiedenheit derselben nach ihrem Bestande. — Je nach der Art ihrer Gemengtheile und der Verbindungsweise dieser letzteren unterscheidet man zwei Klassen von Felsarten, nämlich:

A. *Krystallinische Felsarten,* deren Masse aus unmittelbar unter sich verwachsenen krystallischen, d. h. aus Mineralarten besteht, welche in der Natur auch als regelmässig ausgebildete Krystalle auftreten;

B. *Klastische Felsarten* oder *Trümmergesteine,* deren Masse aus den Zertrümmerungs- oder Zersetzungsproducten anderer Felsarten, namentlich der krystallinischen, besteht und dadurch ausgezeichnet ist, dass ihre Massetheile entweder durch einen mineralischen Kitt zum Ganzen verbunden erscheinen oder in ihrer ganzen Masse das Gepräge von erhärtetem Erdschlamm an sich tragen.

A. Die krystallinischen Felsarten.

§ 3. Einfache und gemengte krystallinische Felsarten. — Die Masse der, aus der gegenseitigen Verwachsung von krystallischen Mineralien gebildeten, Felsarten besteht entweder nur aus Theilen oder Individuen von einer und derselben Mineralart (z. B. der Kalkstein oder Gyps) oder aus einem, bald deutlich bald undeutlich erkennbaren, Gemenge von zwei bis vier verschiedenartigen Mineralien. Im ersten Falle erscheint eine Felsart gewöhnlich einfarbig und wird *einfach krystallinisch* genannt; im zweiten Falle dagegen zeigt sie sich meist buntfarbig oder gefleckt und wird *gemengt krystallinisch* genannt.

Merke: 1) Die Färbung einer Felsart ist indessen nicht immer sicher für die Bestimmung ihres Gehaltes; denn es gibt einerseits *einfache* Felsarten, welche durch fremdartige Beimischungen bunt gefleckt und geadert erscheinen, und andererseits *gemengte* Felsarten, welche in Wirklichkeit gemengt sind und doch einfarbig erscheinen.

2) Im Allgemeinen ist anzunehmen, dass alle Felsarten, welche zum vorherrschenden Gemengtheil: *Eis, Steinsalz, Gyps, kohlensauren Kalk, Dolomit, Eisenspat, Eisenocker, Serpentin, Phosphorit* enthalten, zu den *einfachen Felsarten* gehören.

3) Nur der *Quarz,* welcher am Stahle funkt, beim Reiben mit dem Stahle brenzlich riecht und mit dem Feuersteine gleiche Härte hat, und die schwarze, überglas-, aber unterquarzharte *Hornblende* kommen sowohl als einfache Gesteine, wie als Gemengtheile von gemengten Felsarten vor.

§ 4. Das Gefüge oder die Structur der krystallinischen Felsarten. — Die Verbindungsweise der einzelnen Mineral-Individuen zum Ganzen bildet das Gefüge der Felsarten. Die Art dieses Gefüges ist abhängig theils von der Körperform der unter einander verwachsenen Individuen, theils auch von ihrer Körpergrösse. In dieser Beziehung ist folgendes zu merken:

1) Die einzelnen Mineralindividuen sind mehl- oder staubartig klein, so dass man die Körpergestalt der einzelnen nicht mehr erkennen kann. In diesem Falle bilden sie ein *dichtes Gestein,* und zwar entweder ein *erdig-dichtes,* wenn sich schon mit dem Finger die einzelnen Staubtheile des Ganzen von einander abreiben lassen (z. B. bei der Kreide), oder ein *gemeindichtes*, wenn sich die Gesteinsmasse nicht abreiblich zeigt, aber auch nicht aussieht, als ob sie aus einem Schmelze bestände; oder *schlackig-* oder *glasigdicht,* wenn sie hart und geschmolzen aussieht (z. B. der *Obsidian* und mancher *Raseneisenstein*).

2) Die einzelnen Mineralindividuen bilden vorherrschend Steinkörner. In diesem Falle bilden sie bei ihrer Verwachsung zum Ganzen ein *körniges Gestein* und zwar entweder ein *eckig-* oder *krystallinisch-körniges,* wenn die einzelnen Körner sich wie Stückchen von Krystallen verhalten, oder ein *rundkörniges,* wenn die einzelnen Körner kugelrund sind und fast aussehen wie versteinerter Fischroggen (z. B. beim *Roggenstein*).

3) Die einzelnen Mineralindividuen bilden krystallische Stengel, Nadeln oder Fasern, welche in der Regel parallel mit einander verwachsen sind und so in ihrer Verbindung das *stengelige* und *faserige* Gefüge darstellen (z. B. beim *Fasergyps*).

4) Die in einer Gesteinsmasse vorherrschenden Gemengtheile bilden grössere und kleinere, oft äusserst zarte, dünne Häutchen, Blättchen oder Schuppen, welche mit ihren Seitenrändern zu mehr oder minder ausgedehnten Lamellen oder Platten verwachsen sind, die parallele Lagen zwischen den übrigen Gesteinsgemengtheilen

bilden. Die aus solchen Lagen zusammengesetzten Gesteinsmassen lassen sich in mehr oder minder dünne, oft ganz ebene, parallele Schiefertafeln zerspalten und besitzen demnach ein *schiefriges Gefüge.* Oft erscheinen indessen in ihrer Masse die einzelnen Lamellenlagen unterbrochen oder wellig hin- und hergebogen; so dass sich ihre Gesteinsmasse nicht mehr in vollständige ebene Platten spalten lässt. In diesem Falle nennt man ihr Gefüge *unvollkommen schiefrig* oder *flaserig.* — Bei allen *flaserigen* oder *schiefrigen* Gesteinen erscheint die Gesteinsmasse im Querbruche durch ihre Schieferlagen parallel gestreift, wie man am *Glimmerschiefer* und *Gneiss* bemerken kann.

5) Es kommt aber auch vor, dass die einzelnen Gemengtheile einer Felsart so kleinkörnig sind, dass sie eine feinkörnige oder dichte, oft einfarbige, Grundmasse bilden, in welcher entweder grössere, mehr oder weniger ausgebildete, scharfkantige Krystalle oder Krystallkörner oder erbsen- bis kopfgrosse abgerundete kugel-, bohnen-, mandel- oder birnförmige Mineralkörper eingebacken liegen. Stammen die in einer dichten Grundmasse liegenden Krystalle von eben denselben Mineralarten ab, aus denen auch die Grundmasse zusammengesetzt ist, so nennt man das Gefüge dieser Felsarten *porphyrisch* und die ganze Gesteinsmasse einen *Porphyr.* Wenn dagegen die in einer dichten Grundmasse liegenden Mineralkörper kugelig, bohnen- oder mandelförmig sind und aus anderen Mineralarten wie die Grundmasse bestehen, so nennt man das Gefüge *mandelsteinförmig* oder *amygdaloïdisch* und die ganze Gesteinsmasse einen *Mandelstein.*

Merke: 1) Das Grundgemenge der Porphyre ist in der Regel undeutlich; man würde darum ihren Massebestand nur schwierig bestimmen können, wenn nicht die in der Grundmasse liegenden Krystalle es angäben; denn diese gehören ja zu denselben Mineralarten, wie sie auch die Grundmasse zusammensetzen.

2) Die *Porphyre* sowohl wie die *Mandelsteine* werden nach der mineralischen Beschaffenheit ihrer Grundmasse z. B. *Felsit-, Diorit-, Diabas-* oder *Basalt-Porphyre* benannt. Unter den *Mandelsteine* bildenden Felsarten machen sich hauptsächlich die aus Kalknatronfeldspat *(Plagioklas)* und Augitarten bestehenden bemerkbar, z. B. der *Diabas-, Melaphyr-* und *Basaltmandelstein.*

§ 5. Arten der einfachen krystallinischen Felsarten. — Wie im § 3 schon angedeutet worden, gehören zu den in ihrer

ganzen Masse nur aus einer einzigen Mineralart bestehenden Felsarten namentlich folgende Gesteine:

A. Im Wasser auflösliche:

1) das *Eis,* welches die gewaltigen Gebirgsmassen der Gletscher bildet;

2) das *Stein-* oder *Kochsalz,* schon durch seinen reinsalzigen Geschmack erkennbar.

B. Im Wasser unlösliche, aber durch Säuren (Salz- oder Salpetersäure) lösbare:

a. dabei mehr oder weniger stark aufschäumende:

3) der *Kalkstein* oder *kohlensaure Kalk,* welcher stark aufschäumt und sich schnell auflöst und vom Messer leicht ritzbar ist, ohne dabei zu knirschen;

4) der *Dolomit,* welcher aus einer Verbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia besteht, mit Säuren nur langsam schäumt und auch nur allmählich sich löst und sich vom Messer schwer und unter Knirschen abschaben lässt. Meist zuckerkörnig und lückig.

b. Mit Säuren nicht aufschäumende, aber sich lösende:

5) das *Brauneisenerz (Eisenocker* und *Raseneisenstein),* welches eine gelbe, nach Tinte schmeckende Lösung gibt;

C. Im Wasser und in Säuren nicht lösbare:

a. Feuersteinharte d. h. vom Feuerstein nicht ritzbare, aber auch ihn nicht ritzende *(Quarzarten)*:

6) *Quarzfels,* grauweiss;

7) *Kieselschiefer,* schwärzlich und schiefrig;

8) *Feuerstein (Flint),* dunkelrauchgrau, mit weisser Kieselerderinde. In Knollen.

b. Glasharte:

9) *Hornblendefels,* schwarz, vom Messer nicht ritzbar;

c. Untermesserharte:

10) *Serpentin:* Unrein gelblich- bis schwarzgrün, im Feuer sich weisslich brennend und hart werdend;

d. Vom Fingernagel ritzbare:

11) *Chloritschiefer,* graugrün, fettig anzufühlen;

12) *Gyps:* Weiss, oft grau- oder schwärzlich geadert; beim Erhitzen Wasser ausschwitzend und mürbe werdend.

§ 6. Hauptgemengtheile und Gruppen der gemengten krystallinischen Gesteine. — Die gemengten krystallinischen Felsarten, welche nach § 3 aus einem bald deutlichen bald undeutlichen Gemenge von zwei bis vier, unter sich verwachsenen oder zusammengeschmolzenen, verschiedenen Mineralarten bestehen, zeigen namentlich folgende Mineralarten als wesentliche Gemengetheile:

a. *Feuersteinharte,* welche dieselbe Härte haben wie der Feuerstein:
  1) *Quarz:* graulich weiss, im Bruche ölig glänzend, beim Reiben brenzlich riechend und am Stahl stark funkend (= *Qu*).

b. *Unterfeuersteinharte:*
  α. *Ueberglasharte,* das Glas ritzend und nicht von ihm geritzt werdend:
    2) *Feldspat:* weiss, röthlich, braun oder grau.
      1. *Orthoklas:* weiss, röthlich, rothbraun; stark glänzend; namentlich *Kali* haltig. (= *Kf* d. i. Kalifeldsp.), aber selten Kalk.
      2. *Plagioklas:* unrein weiss, graulich, braungrau; sehr wenig glänzend; namentlich *Kalk* und *Natron* haltig (= *CNaf*).
      3. *Sanidin:* graulich, rissig, wie zersprungenes Glas glänzend (= *San*). (Ein umgeschmolzener Feldspat.)
  β. *Glas-* oder *Unterglasharte,* nicht vom Messer ritzbare:
    3) *Amphibol:* schwarz, grün, kupferröthlich oder bronzeglänzend.
      1. *Hornblende:* schwarz, stark glänzend; im Ritze grünlichweiss (= *Hbl*).
      2. *Augit:* schwarz, wenig glänzend; im Ritze bräunlich (= *Au*).
      3. *Hypersthen:* schwarz, kupferröthlich glänzend (= *Hyp*).
      4. *Diallag:* schimmelgrün oder auch bronzefarbig (= *Di*).
    4) *Natrolith:* gelblich, meist strahligfaserig; in Salzsäure zersetzbar (= *Na*).
    5) *Magneteisen:* eisenschwarz, im Ritz grauschwarz; magnetisch (= *Mg*).
    6) *Olivin:* gelbgrün, glasglänzend; oft überglashart (= *Ol*).

γ. *Untermesserharte:*

7) *Glimmer:* silberweiss, messinggelb, schwarzbraun, eisenschwarz, metallisch glänzend, blättrig, kalt anzufühlen (= *Gl*).

8) *Chlorit:* blau- oder graugrün, blättrig; vom Fingernagel ritzbar; fettig anzufühlen (= *Chl*).

9) *Grünerde:* graugrün; vom Finger zerreiblich; mager anzufühlen und meist erdig (= *Grn*).

Unter diesen Gemengtheilen ragt in der Regel einer an Menge so in der Masse einer Felsart hervor, dass er nicht bloss das äussere Ansehen oder den Habitus, sondern auch die Verwitterungsart der von ihm beherrschten Gesteinsmasse bestimmt. Je nach diesem Hauptgemengtheile nun lassen sich die gemengten krystallinischen Felsarten in folgende Gruppen vertheilen:

1. Gruppe: *Feldspatreiche Felsarten.* Ihr Hauptgemengtheil ist ein an Kieselsäure reicher und meist an Kalkerde armer, schwerverwitternder, weisser, gelblicher, röthlicher, braunrother oder auch hellgraubräunlicher Feldspat, namentlich Orthoklas (= *Kf*) oder Oligoklas (= *KNf*) oder auch Sanidin (= *San*). Im Gemenge mit ihm erscheint gewöhnlich Quarz (= *Qu*) allein oder Quarz und Glimmer (= *Gl*) oder auch gemeine Hornblende (= *Mghbl*). Die hierhergehörigen Felsarten erscheinen daher vorherrschend hell gefärbt: weisslich, hellgrau, röthlich oder auch braunroth. — Ihre Verwitterungsrinde, welche hauptsächlich durch den sich zersetzenden Feldspat erzeugt wird, ist weisslich oder ledergelb, und ihr Hauptverwitterungsproduct ist ein fetter, meist eine Beimischung von in Soda löslicher Kieselsäure enthaltender, weisser oder hellokergelber Thon, welchem gewöhnlich graue Quarzkörner, silber- oder goldigglänzende oder eisenbraune Glimmerblättchen oder auch schwarze Hornblendenädelchen beigemengt sind. Sie erscheinen überhaupt als die Hauptthonerzeuger.

2. Gruppe: *Amphibolit-* oder *Pyroxenitfelsarten.* Ihr Hauptgemengtheil ist theils schwarze Hornblende (= *Hbl*), theils schwarzer Augit (= *Au*), theils metallisch kupferigschwarz glänzender Hypersthen (= *Hyp*), theils schimmel- oder graugrüner,

bisweilen glimmerig glänzender Diallag (= *Di*), woher es kommt, dass die hierhergehörigen Gesteine dunkelgefärbt: schwarz und weiss, schwarz und grau, grün und weiss, bronzebraun und grünlich gefleckt, erscheinen. Mit dem Hauptgemengtheile steht im Verband ein unreinweisser, grünlicher oder aschgrauer, in der Regel kieselsäurearmer, aber kalkreicher (und darum leicht verwitternder) Feldspat, am meisten Plagioklas (= *Pl* = *Natronkalkfeldspat*) und ausserdem oft auch Magneteisen (= *Mg*) oder Grünerde (= *Grn*). Ihre Verwitterungsrinde ist zuerst weisslich, kalkhaltig (daher meist mit Säuren aufbrausend); später ockergelb und thonig und ihr Verwitterungsproduct ist ein magerer, viel Eisenoxydhydrat und kohlensauren Kalk haltiger, mergeliger Thon oder Letten, welcher oft mit schwarzen Hornblende-, Augit- oder Hypersthennadeln, bisweilen aber auch mit Grünerde untermengt erscheint.

3. Gruppe: *Glimmer-* oder *Schieferfelsarten.* Ihr Hauptgemengtheil ist theils silberweisser, messinggelber oder eisenschwarzer Glimmer (= *Gl*), theils graugrüner Chlorit (= *Chl*), theils auch schwarze Magnesiahornblende (= *Mghbl*). Mit ihm im Gemenge erscheint Quarz und oft auch Feldspat. Alle hierhergehörigen Felsarten sind ausgezeichnet durch ein schiefriges Gefüge. Ihre Verwitterungsrinde ist theils ockergelb, theils rothbraun und ihr Hauptverwitterungsproduct ist ein magerer, lettenartiger, in der Regel mit zahlreichen Glimmerschüppchen und Schieferstückchen untermengter Thon (Schieferletten).

§ 7. Arten der gemengten krystallinischen Felsarten. — Die in die eben beschriebenen drei Gruppen gehörigen gemengten Felsarten lassen sich nun je nach ihrem Gefüge und der Art ihres Gemenges in folgende Uebersicht zusammenstellen:

Erklärung: Die Arten des Gefüges sind angedeutet durch: *k* = körnig; — *schf* = schiefrig; — *fl* = flaserig; — *d* = dicht; — *porph* = porphyrisch; — *man* = mandelsteinförmig; — *bl* = blasig.

Uebersicht der gemengten krystallinischen Felsarten nach

Ansehen	Gruppe	Gefüge	Arten
Deutlich gemengte, daher buntgefärbte oder gefleckte Felsarten	*Feldspatgesteine*, vorherrschend hellgefärbt	*mit körnigem Gefüge*	1) *Granit: k* Gemenge von *Kf* oder *KNf* mit *Gl* u. *Qu;* 2) *Syenit: k* Gemenge von *Kf* mit *Hbl;* 3) *Trachyt: k* bis *d* Gemenge von *San* und *Qu;* 4) *Felsit: feink* Gemenge von *KNf* mit *Qu;*
		porphyrisch	5) *Felsitporphyr:* Felsitgrundmasse mit eingewachsenen Krystallen von *Kf* oder *KNf* und *Qu-körnern;* 6) *Trachytporphyr:* Trachytgrundmasse mit *San-Krystallen;*
		flaserig	7) *Gneiss: fl* Gemenge von *Kf* oder *KNf* mit *Gl* und *Qu;*
	Amphibolitgesteine, vorherrschend dunkelgefärbt	*körnig*	8) *Diorit: k* oder *schf* Gem. von *Hbl* u. weisslichen *KNf;* 9) *Diabas: k* oder *schf* Gemenge von *Au*, *NCf*, *Grn* (u. *Kalk*); 10) *Dolerit: k* Gemenge von *Au*, *NCf* und *Mg;* 11) *Gabbro: k* Gemenge von *Di* und *NCf;*
		porphyrisch	12) *Dioritporphyr:* Grau- oder schwarzgrüne *Dioritmasse* mit weisslichen *KNf-Krystallen;* 13) *Diabasporphyr:* Graue oder grüne *d Diabasmasse* mit schwarzen *Au-Krystallen* oder weisslichen *KN-Krystallen;*
		mandelsteinig	14) *Diabasmandelstein: d Diabasmasse* mit Kugeln von *Ca* und *Grünerde;* 15) *Melaphyrmandelstein: d Melaphyrmasse* mit Kugeln von *Grn*, *Ca* oder *Achat*, *Carniol* oder *Chalzedon;* 16) *Basaltmandelstein: d Basaltmasse* mit Kugeln von *Ca* oder faserigen *Zeolithen;*
	Glimmergesteine	*schiefrig*	Ausser dem schon unter 8 und 9 genannten *Diorit-* und *Diabasschiefer:* 17) *Glimmerschiefer: schf* oder *fl* Gemenge von *Gl* mit *Qu;*
Undeutlich gemengte, daher einfarbige Felsarten	*Hellgefärbte*	*dicht*	Mancher *Trachyt* (s. No. 3) und *Felsit* (s. No. 4);
		schiefrig	Mancher silberweisser oder eisenschwarzer *Glimmerschiefer;*
	Dunkelgefärbte	*schiefrig*	Hierher mancher *Diorit-* (No. 8) und *Diabasschiefer* (No. 9); 18) *Urthonschiefer:* ein aus feinen *Gl-*, *Chl-*, *Hbl-*, *Qu-* und *KNf-*Theilen bestehendes, blauschwarzes, seidenglänzendes vollkommenschiefriges Gestein;
		dicht	19) *Grünstein: d* Gemenge von *Au*, *NCf* und *Grn* (s. No. 9); 20) *Melaphyr: d* Gemenge von *Au*, *KNf* und *Mg* — Basalt ähnlich; 21) *Basalt: d*, grauschwarzes Gemenge von *Au*, *KNf* und *Mg;* oft auch mit grünen Krystallen von *Olivin;* 22) *Phonolith: d* grünlichgraues Gemenge von *San* und *Na.*

B. Die klastischen Felsarten.

(Trümmergesteine.)

§ 8. Bildungsmaterial derselben. — Alle klastischen Felsarten sind nach § 3 Gesteinsmassen, welche aus Zertrümmerungs- oder Zersetzungsproducten von anderen — namentlich aber von den krystallinischen — Felsarten bestehen und noch gegenwärtig überall da erzeugt werden, wo entweder Wasserfluthen, z. B. am Ufer der Flüsse Gerölle oder Sand durch dazwischen geschwemmten Erdschlamm zum Ganzen unter einander verkitten, oder tobende Vulcane ihre zermalmten und ausgeworfenen Steinschmelze als sogenannte Asche anhäufen, so dass Regen- oder Meereswasser auf sie einwirken und sie verkitten kann. Je nach dieser ihrer Entstehungsweise theilt man sie ein:

1) in hydrogene oder neptunische, d. i. durch Wasser entstandene und

2) in pyrogene oder vulcanische, d. i. durch vulcanische Ausbruchsproducte gebildete, welche auch vulcanische Tuffe genannt werden und meistens die Deckenablagerungen alter ausgebrannter oder auch jetzt noch thätiger Vulcane zusammensetzen. Sie werden in der Regel nach den vulcanischen Felsarten benannt, aus deren Zertrümmerung sie entstanden sind, z. B. *Porphyr-, Diabas-, Trachyttuff.*

Unter diesen beiden Abtheilungen erscheinen von der grössten Bedeutung für die Zusammensetzung der Erdrinde die hydrogenen Trümmergesteine, denn sie bilden nächst den Kalk- und Gypsgesteinen die Hauptmassen aller Berg- und Hügelländer auf der Erdoberfläche, ja, wenn man von den aus krystallinischen Gesteinsmassen bestehenden eigentlichen Gebirgen absieht, geradezu im Verbande mit den Kalkgesteinen das Universalgemäuer aller Festländer der Erdrinde.

Diese hydrogenen Trümmergesteine treten vorherrschend nach der Art ihres Bildungsmateriales auf entweder als einfache, d. h. in ihrer ganzen Masse nur aus einer einzigen Bildungssubstanz bestehende, oder als gemengte, d. h. aus einem Gemenge von grossen und kleinen Steintrümmern und einer erhärteten Schlammmasse gebildete, in welcher die ersteren eingekittet liegen.



§ 9. Einfache klastische Felsarten. Die einfachen Trümmergesteine bestehen vorherrschend aus erhärtetem Erdschlamm, namentlich aus Thon, sei es nun aus gemeinem, gewöhnlich durch Eisenoxydbeimengungen ockergelb oder braunroth gefärbtem Thon (d. i. Eisenthon), sei es aus einem Gemische von Thon und Kalk (d. i. sogenanntem Mergel), sei es aus einem innigen Gemenge von Thon und Kieselmehl (d. i. aus kieseligem Thon), sei es auch aus einer innigen Untermischung von Thon mit feinzertheilten Kohlen-, Humus-, oder Bitumentheilchen (d. i. aus Kohlenletten oder bituminösem Thon). Sie bilden das Verkittungs- oder Bindemittel der Steinreste in den gemengten Trümmergesteinen, sind aus den Schlammmassen entstanden, welche nach der Verkittung der Gerölle und Sandkörner dieser letzteren übrig geblieben sind, und setzen darum theils die oft sehr mächtigen Zwischenlager, theils die Deckenablagerungen der Conglomerate und Sandsteine zusammen.

In den meisten hierher gehörigen Arten der einfachen Trümmergesteine ist Thon der Hauptbestandtheil, woher es auch kommt, dass die meisten ein schiefriges Gefüge haben oder doch beim Zerfallen in Schieferstückchen zerplatzen, beim Anhauchen einen mehr oder weniger hervortretenden, unangenehmen, dumpfen Thongeruch entwickeln, an der feuchten Lippe kleben und beim Befeuchten gleich wieder trocken werden.

Die häufigsten und verbreitetsten *einfachen Trümmergesteine* sind:

1) Der *Thon-, Dach-* oder *Tafelschiefer,* eine vollkommen schiefrige, in ebene rhomboidale Tafeln spaltbare, grauschwarze, grünliche, gelbliche oder röthliche, nicht an der feuchten Lippe klebende, kein Wasser einsaugende Schiefermasse, welche aus einem innigen Gemische von Kieselmehl und zerriebenem Urthonschiefer besteht und vorzüglich in der Grauwackeformation auftritt.

2) Der *Schieferthon,* eine aus erhärtetem Thonschlamme bestehende, unvollkommen schiefrige, an der feuchten Lippe klebende und beim Befeuchten gleich wieder trocknende Gesteinsmasse, von welcher man je nach ihren Beimengungen den *eisenschüssigen* oder *rothen Schieferletten* oder *Schieferthon* (z. B. in der Formation des Rothliegenden) und den

grauschwarzen *kohligen* oder *bituminösen Schieferthon (Letten-* oder *Kohlenschiefer,* z. B. in der Steinkohlen-, Keuper- und Braunkohlenformation) unterscheidet.

3) Der *Mergel* und *Mergelschiefer,* eine innige, gleichmässige Mengung von Thon und 10 bis 80 Procent kohlensaurem Kalk, mit Säuren um so mehr aufschäumend, je mehr er Kalk enthält. Oft durch Eisenoxyd ockergelb, blaugrün oder rothbraun (z. B. beim *bunten Mergel* in der *Buntsandstein-* und *Keuperformation)* oder durch Beimischung von kohligen und bituminösen (d. i. erdpechartigen) Theilen schwarzgrau gefärbt (so beim *bituminösen Mergelschiefer* in der Zechsteinformation); ausserdem auch oft feinzertheiltes Schwefelkupfer (z. B. im *Kupferschiefer*) enthaltend.

§ 10. Gemengte klastische Felsarten. — Wenn dünnflüssiger Erdschlamm (z. B. von Thon, Lehm, Mergel oder auch Kalk) zwischen Geröll- oder Sand-Anhäufungen in solcher Menge einsintert, dass er alle Zwischenräume zwischen den einzelnen Steintrümmern so vollständig ausfüllt, dass er alle diese Trümmer unter einander verkittet, so entsteht beim Austrocknen und Erhärten eine fest zusammenhängende, mehr oder minder harte Gesteinsmasse, welche ein *gemengtes klastisches Gestein* darstellt.

Erklärung: Jedes lose Sandgehäufe, selbst der Flugsand der Dünen kann durch Einsinterung von Schlammtheilen in dieser Weise mit der Zeit ein Sandstein werden. In den Gehäufen der Dünen besitzt in der Regel schon jedes einzelne Sandkörnchen eine zarte thonige Rinde. Wenn nun durch Regenniederschläge diese Thonrinde erweicht und dadurch klebrig wird, so verkittet sie, zumal bei starker Zusammenpressung des Sandgehäufes (— wie es in den unteren Lagen dieses Gehäufes immer der Fall ist —) die Sandkörner mit einander zu Sandsteinen. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass gar manche feinkörnige, bindemittelarme Sandsteine aus der Vorzeit auf diese Weise entstanden sind. Ebenso können aber auch solche Sandsteine aus der Festwerdung und Erhärtung ehemaligen Lehm- oder sandigen Thonbodens hervorgegangen sein. Bei eintretender Verwitterung zerfallen daher diese Sandsteine wieder zu denjenigen Bodenarten, aus denen sie früher hervorgegangen sind.

Je nach der Grösse der eingekitteten Steintrümmer theilt man die gemengten Trümmergesteine:

1) in *Conglomerate* (und *Breccien*), deren Steintrümmer wenigstens die Grösse von Haselnüssen haben, und

2) in *Sandsteine,* deren Steintrümmer höchstens erbsengross sind.

§ 11. **Die Conglomerate** (und **Breccien**): Haselnuss- bis über kopfgrosse, theils äusserlich abgerundete, innerlich meist verwitterte, theils scharfkantige und innerlich noch ganz frische Gesteinsbruchstücke sind durch ein erhärtetes bald rein thoniges, bald sandigthoniges, bald mergeliges oder kalkiges, bald kieseliges Bindemittel unter einander zum Ganzen verkittet. — Die in diesem Bindemittel befindlichen Felstrümmer stammen entweder nur von einer einzigen Felsart (so bei den *einfachen Conglomeraten* z. B. bei dem *Granit-* oder *Quarzconglomerate*) oder von mehreren verschiedenartigen Felsarten ab (so bei den *Meng-* oder *Mischconglomeraten* z. B. bei der *Nagelfluh*). Je nach der in einem conglomeratischen Gemenge vorherrschenden Art der Gesteinstrümmer werden die einzelnen Arten der Conglomerate nun weiter unterschieden als *Quarz-, Glimmerschiefer-, Thonschiefer-, Gneiss-, Porphyr-, Basalt-* u. s. w. *Conglomerate* und dann noch näher bezeichnet durch die Art ihres Bindemittels als thoniges, lehmiges, mergeliges, kieseliges u. s. w. Quarz-, Glimmerschiefer-, Thonschiefer- etc. Conglomerat, z. B. als *eisenschüssigthoniges Quarzconglomerat* oder als *bituminösmergeliges Granitconglomerat* u. s. w.

Die Conglomerate bilden in der Regel mächtige Bänke im Verbande mit Sandsteinen und Schieferthonen oder Mergelschiefern in dem Gebiete der älteren Formationen, so namentlich der Grauwacke, der Steinkohlen und des Rothliegenden, oder auch der Braunkohlenformationen, so die Nagelfluh. Gewöhnlich umgürten sie den Rand der Gebirge, deren Gesteinsmassen das Material zu ihrer Bildung geliefert haben, als ein oft sehr mächtiges, wallförmiges Vorgebirge.

§ 12. **Die Sandsteine (Psammite)** sind mehr oder minder innige und gleichmässige Gemenge von mehlfeinen bis höchstens erbsengrossen, eckigen oder abgerundeten, vorzugsweise aus Quarz bestehenden Steinkörnern und einem erhärteten, aus Thon, Mergel, Kalk, Eisenocker oder Kieselsäure bestehenden Erdschlamm, welcher das die Sandkörner zusammenkittende Mittel bildet. Unter ihnen unterscheidet man je nach der Menge ihres Bindemittels bindemittelreiche und bindemittelarme, je nach der Grösse ihrer Körner fein-, mittel- und grobkörnige und je nach der Art ihres Bindemittels: *thonige, mergelige, kalkige, eisenschüssige* und *kieselige Sandsteine.*

Sie bilden stets deutlich geschichtete Ablagerungen häufig von vielen Metern Mächtigkeit und zeigen gewöhnlich Absonderungsspalten, welche ihre einzelnen Bank- und Schichtmassen bald schief, bald senkrecht und im letzten Falle oft so regelmässig durchsetzen, dass ihre einzelnen Bänke in fast regelmässige Würfel abgetheilt erscheinen, wie man namentlich an den *Quadersandsteinen* beobachten kann. — In der Regel treten sie im Verbande mit Schieferthon-, Mergel- und nicht selten auch mit Conglomerat-Ablagerungen auf und gehen dann auch häufig in die eine oder andere dieser Ablagerungen über. — Viele der bedeutendsten Formationen der Erdrinde bestehen vorherrschend aus Sandsteinen, so die Formationen der Grauwacke, des Rothliegenden, Buntsandsteins, Keupers, Lias und vor allen des Quadersandsteines.

§ 13. Die Kohlengesteine (Anthrakoïde). — Ausser den im Vorigen angegebenen, nur aus eigentlichen Mineralsubstanzen bestehenden, Erdrindemassen treten nun auch in und auf der Erdrinde noch mächtige, häufig viele Quadratmeilen Landes einnehmende Ablagerungen auf, welche aus vollständig verkohlten oder noch in der Verkohlung begriffenen Pflanzenresten bestehen. Es sind dies die *Kohlengesteine* oder *Anthrakoïde.* Zu ihnen rechnet man folgende Arten:

1) den *Anthracit* oder die *Glanzkohle:* Eine ganz steinähnliche, schwarze, eisenartig glänzende Kohle, welche ohne Flamme, Geruch und Rauch verglüht und mit Kalilauge erwärmt keine braune Lösung bildet;

2) die *Stein-* oder *Schwarzkohle:* Eine ebenfalls steinähnliche, schwarze, stark glasglänzende Kohle, welche bei der Erhitzung mit Flamme und aromatisch harzig riechendem Dampfe verbrennt, dabei auch mehr oder weniger zusammenbackt und mit Kalilauge keine braune Lösung bildet;

3) die *Braunkohle:* Eine bald erdbraune bald schwärzliche, glanzlose oder nur beim Zerschneiden wachsglänzende, bald holzähnliche, bald erdige Kohle, welche beim Erhitzen mit Flamme und starkem, widerlich pechartig riechendem Rauche verbrennt und mit Kalilauge eine dunkelbraune Lösung bildet;

4) die *Torfkohle:* Eine bald schlammigerdige, bald erdigdichte, bald aus nur halb verkohlten Pflanzen bestehende und dann filzig-

dichte Kohlenmasse, welche mit schwacher Flamme und qualmigem, unangenehm schwefeligpechartig riechendem Rauche verbrennt und mit Kalilauge eine dunkelbraune Lösung bildet.

II. Der Gebirgsschutt.

A. Felsschutt.

§ 14. Bildung desselben im Allgemeinen. — Wo auf oder in der Erdrinde durch die Gewalt vulcanischer Dämpfe und Erderschütterungen, oder durch die Stoss- und Schlämmkraft fliessender Gewässer, oder durch die Zwängkraft gefrierenden Wassers, oder endlich durch die chemisch zersetzende Kraft der Atmosphärilien Gesteinsmassen zertrümmert oder zersetzt werden, da entstehen stets Steinschuttmassen. Diese Schuttmassen sind demnach von dreierlei Art:

a. die Einen erscheinen als reine, durch mechanische Zerreissung oder Zerstampfung entstandene Trümmer, sei es als grobe Felsblöcke, sei es als abgerundete Gerölle und Geschiebe, sei es als kleine, höchstens erbsengrosse Sandkörner;

b. die Andern, namentlich durch die chemische Zersetzung oder durch die Schlämmkraft des Wassers entstandenen, bilden theils feine, mehlartige, theils krümliche Körperchen, welche sich durch Wasser in Schlamm umwandeln lassen und dann beim allmählichen Verdunsten ihres schlämmenden Wassers zuerst eine teigartige oder seifige Beschaffenheit annehmen, zuletzt aber bei voller Austrocknung eine bald pulverige oder steinartige, bald aus einzelnen harten Knollen oder Schieferscheibchen (Schollen) gebildete Zusammenhäufung darstellen;

c. die Dritten endlich sind mechanische Gemenge von den eben angegebenen Arten des Felsschuttes.

Unter diesen drei Gruppen des Felsschuttes umfasst die erste die Arten des *eigentlichen Felsschuttes,* die zweite die Arten der *Erdkrumen,* die dritte die Arten des *Erdbodens.*



§ 15. Arten des eigentlichen Felsschuttes. — Zu ihnen gehören nach dem Obigen alle die grossen und kleinen, eckigen und scharfkantigen oder glatt abgerundeten, in ihrer Bestandesmasse theils noch frischen, theils schon in Zersetzung begriffenen Felstrümmer, welche entweder noch die Abhänge ihrer Mutterberge oder die Sohle der diesen letzteren anliegenden Thäler und Ebenen oder die Oberfläche von Ebenen und Flussufern, welche oft sehr weit von den ehemaligen Bildungsstätten dieser Trümmer entfernt liegen, in mehr oder minder grossen und mächtigen Anhäufungen bedecken. — Je nach seinen Ablagerungsarten und seiner Entstehungsweise theilt man den Felsschutt in *Spreng-* oder *Verwitterungsschutt* und in *Schwemm-* oder *Rollschutt* ein.

1) Der *Spreng-* oder *Verwitterungsschutt* entsteht durch die Verwitterung und gewaltsame Zertrümmerung frei zu Tage stehender Felsmassen, sei es dadurch, dass die Massen derselben durch den Verwitterungsprozess theilweise zersetzt und in erdige Substanzen umgewandelt werden, welche dann die Regenniederschläge so ausschlämmen oder auslaugen, dass die noch übrige Felsmasse in einzelne Trümmer zerfällt, sei es auch dadurch, dass das in die Spalten der Felsmasse eindringende und in denselben während der kalten Jahreszeit zu Eis erstarrende Regenwasser sie gewaltsam zersprengt. Die durch den Verwitterungsprozess entstandenen Felstrümmer sind in der Regel durch ihre ganze Masse hin von Rissen durchzogen, mürbe, bröckelig und werden gewöhnlich durch Regenniederschläge immer weiter zerstückelt, so dass zuletzt ein in sich zusammengesunkener, von grobem und feinem Grus oder Sand mit Erdkrume untermischter Erdschutt aus ihnen entsteht. Die durch gefrierendes Wasser oder auch durch Erdbeben geschaffenen Felstrümmer dagegen sind häufig noch nach allen Richtungen hin von Rissen und Spalten durchsetzt, aber ihre Gesteinsmasse ist gewöhnlich noch ganz frisch und unzersetzt. — Beide Arten dieses Schuttes lagern in der Regel in der nächsten Umgebung ihrer Mutterfelsmassen und bedecken die Abhänge dieser letzteren sowohl, wie die anliegenden Thäler oft so stark mit ihren Trümmern, dass die Massen ihrer Mutterfelsen unter ihnen ganz verschwinden oder nur noch als Felsruinen aus ihnen hervorragen. — Für die Pflanzenproductionskraft ihres Wohnsitzes sind sie von der grössten Wichtigkeit. Zunächst bilden die grossen, umfangreichen Felsblöcke

an den Gehängen der Berge Sammler des von den oberen Bergregionen durch den Regen oder schmelzenden Schnee bergabwärts geschlämmten Erdreiches und Pflanzenschuttes, so dass gar bald an der oberen Rückenseite eines jeden Blockes eine um so grössere und immer mehr nach dem Bergrücken hin sich verlängernde Erdschutthalbinsel entsteht, je breiter der sie aufhaltende und ansammelnde Block ist. Wenn in diesem Falle die Blöcke dicht an- und übereinander gehäuft liegen, dann entstehen in allen den Räumen zwischen den einzelnen Blöcken Anhäufungen theils von angeschlämmter, theils aus der Verwitterung der einzelnen Blöcke und der auf ihnen wachsenden Pflanzen entstandener Erde, welche üppig fruchtbar ist, woher es auch kommt, dass sich aus diesen Lückenräumen bald eine mannigfaltige, kräftige Gesellschaft von Bäumen und Kräutern erhebt, welche bald alle Blöcke überwuchert und verdeckt, wie man z. B. an den mit Blöcken bedeckten Gehängen der Granit- und Basaltberge beobachten kann, dabei aber auch durch ihre Pflanzenabfälle soviel Verwesungssäure, z. B. Kohlensäure, und Ammoniak entwickelt, dass die sie umgebenden Felsblöcke rascher verwittern und dadurch den Boden in diesen Felslücken fort und fort nicht bloss vermehren, sondern auch mit kräftiger Nahrung versorgen. So bilden also die Felsblöcke an den Berggehängen ein kräftiges Beförderungsmittel zur Entstehung einer mit der Zeit immer mehr sich ausbildenden Vegetationsdecke an den blöckereichen Gehängen kahler Berge. Sodann aber befördern diese Blöcke durch ihre allmähliche Verwitterung die Bildung einer fruchtbaren Erdbodendecke. Dieses ist namentlich der Fall, wenn dieselben von ihrer Bildung an in Verwitterung begriffen und nach allen Richtungen hin von Rissen durchzogen waren, und ausserdem an der Wetterseite der Berge lagern. An ihrer Stelle erscheinen dann mit der Zeit steinige Erdhügel, welche sich sehr bald zuerst mit Moos, Gras und Kräutern, dann aber auch mit kräftig in die Höhe wachsenden Bäumen bedecken, welche zugleich mit ihren Kronen und Wurzeln den Erdschutt ihres Standortes gegen Fortschwemmungen durch Regengüsse schützen. Ausserdem bilden diese Blöcke zumal an stark schiefen Berggehängen auch das Bildungsmaterial für die oft mächtigen Erdterrassen-Ablagerungen in den am Fusse der Berge befindlichen Buchten und Thälern.

2) In vieler Beziehung anders ist es mit dem *Schwemm-, Roll-* oder *Geschiebeschutt.* Wenn die aus ihren Eisseen der Hochgebirge sich bergabziehenden Ströme der Gletscher mit furchtbarer Gewalt alle Felsklippen, welche ihre Rutschbahn unterbrechen und einengen, und die von vorragenden Felsecken ganz unebene Sohle ihres Glitschbettes abreiben, dann entstehen einerseits scharfkantige Blöcke und andererseits abgeriebene Sand- und Steinmehlmassen, welche theils der abwärts schiebende Gletschereisstrom, theils das aus seinem Eisschmelze entstehende und auf der Gletschersohle bergabfliessende Wasser bis an das untere Ende des Gletscherstromes mit sich fortreisst und hier entweder zum Aufbau einer Grenzmauer (Moräne) anhäuft oder, wie dieses namentlich der Fall mit dem herbeigeflutheten Mehlsande ist, dem aus dem Gletscher hervortretenden Fliessgewässer zum Weitertransport übergibt. Wenn ferner sich die Gebirgsgewässer von ihren Quellen aus ein Fliessbett bergabwärts zu den Thälern und Ebenen nagen, dann reiben sie zunächst mit ihrer vorwärtsdrängenden Wassermasse, wie mit einer Feile, unaufhörlich feine Mehlsandtheile von der Sohle und den Wänden ihres Fliessweges ab, dann aber sprengen sie auch alle grossen und kleinen Felsvorsprünge, welche ihnen den Lauf versperren wollen, durch ihre gewaltige Sturzkraft von ihren Mutterfelsen ab und treiben sie bergab, dabei sie fortwährend bald gegen einander, bald gegen die Sohle und die Seitenwände ihrer Fliessbahn stossend und reibend, so dass sie allmählich alle ihre Ecken und Kanten verlieren und sich, mit Hülfe des im Fliesswasser schwebenden, feineren Sandes, an ihrer Oberfläche so abreiben, dass sie ganz glatt abgerundet und so kugel-, ei-, walzen- oder scheibenförmig werden, dass sie nun das Wasser leichter fortrollen (Gerölle) oder fortschieben („Geschiebe") kann. — Und wenn endlich die brandende Woge des Oceanes die von ihr unaufhörlich gestossene Felswand ihres Gestades zermalmt, so erzeugt sie ein wildes Bollwerk von Blöcken, die sie nun ebenfalls in ihren hin- und zurückstürzenden Wellen so abrundet, dass sie zuletzt glatt abgerundete Rollstücke, kleinere Gerölle und Geschiebe, sowie feinen, oft staubähnlichen Sand („Flug- und Perlsand") bilden.

Nach allem eben Mitgetheilten unterscheiden sich demnach die beiden Arten von Felsschutt durch folgende Merkmale:

1) Der Spreng- oder Verwitterungsschutt besteht vorherrschend aus mehr oder minder verwitterten, rissigen Felstrümmern, welche meist eine ganz rauhe, nicht selten erdige Oberfläche besitzen, so dass die Verwitterungspotenzen leicht in ihr Inneres eindringen und dasselbe in Erdschutt umwandeln können. Der Sprengschutt lagert in der Regel in der nächsten Umgebung seiner Mutterfelsen, sei es an den Berggehängen, sei es am Fusse derselben.

2) Der Schwemm- oder Rollschutt dagegen besteht vorzüglich aus innerlich noch ganz frischen, sehr oft von Rissen ganz freien Felstrümmern, welche eine meist sehr glatt abgeschliffene, dichte Oberfläche haben, an welcher die Verwitterungspotenzen nicht haften und in das Innere derselben eindringen können, so dass dieses letztere sehr lange Zeiträume hindurch ganz frisch bleibt. Der Schwemmschutt lagert gewöhnlich weit entfernt von seinem Mutterfelsen am Ufer des Meeres, der Ströme und der Landesflächen, welche von grossen Wasserfluthen zeitweise überschwemmt worden sind.

§ 16. Abarten des eigentlichen Felsschuttes. — Je nach der Grösse ihres Körperdurchmessers, ihrer Körperform und theilweise auch nach ihrem Bestande unterscheidet man gewöhnlich:

1) *Blöcke,* welche einen Querdurchmesser von wenigstens 0,5 Meter haben;

2) *Felsbrocken,* welche wallnuss- bis kopfgross sind, und *Knollen,* welche eckig und ganz unregelmässig, *Krystalloide,* welche Aehnlichkeit mit würfeligen, rhomboidalen, säulen- oder tafelförmigen Riesenkrystallen, *Sphäroïde*, welche kugelförmig, *Gerölle*, welche ganz abgerundet kugel-, ei- oder cylinderförmig, und *Geschiebe,* welche flach abgerundet, tafel- oder plattenförmig sind;

3) *Grand* oder *groben Sand,* welcher erbsen- bis haselnussgross ist, und *Grus,* wenn er aus Ueberresten gemengter Felsarten, oder *Kies,* wenn er aus Resten einfacher Felsarten besteht;

4) *gewöhnlichen Sand,* welcher aus hanf- bis mohnsamengrossen Steinkörnern besteht;

5) *Mehlsand (Steinmehl),* welcher aus staub- oder mehlartig kleinen Körnchen besteht und schon durch leichte Luftströmungen in Bewegung gesetzt werden kann, wie man am Dünen- und Flugsand bemerkt.

§ 17. Die Arten des Sandes. — Ausserdem unterscheidet man nach der mineralischen Art seiner Körner wandelbaren

Sand, welcher unter dem Einflusse der Atmosphärilien sich noch in Erdkrume umwandeln kann, wie dieses z. B. der Fall ist beim Feldspat-, Hornblende-, Augit- und Basaltsand, oder sich auch allmählich in reinem oder kohlensaurem Wasser ganz auflöst, wie der Gyps- und Kalksand, — und unwandelbaren oder stabilen Sand, welcher vorherrschend aus Quarzkörnern besteht. Wohl jede grosse Anhäufung von Sand besteht aus einem Gemenge von wandelbaren und stabilen Sandkörnern, die Menge der ersteren bedingt die Pflanzenproductionskraft eines Sandbodens, aber auch die allmähliche Umwandlung des letzteren in einen thonig-sandigen Boden. Am häufigsten zeigt sich dieser gemengte Sand in den Gehäufen der Dünen, welcher ausser seinen mineralischen Körnern auch noch grössere oder kleinere Mengen von zu Sand zerriebenen Conchylien-, Korallen- und sonstigen Thierresten enthält, die aus kohlensaurem Kalk bestehen und darum mit der Zeit aus dem Sandgemenge verschwinden.

Der reine stabile Sand ist einer der merkwürdigsten Bodengemengtheile. Ist er ganz rein und frei von erdigen Anhängseln, so besitzen seine einzelnen Körner umsoweniger Anhaftungskraft gegen einander, je gröber dieselben sind; sie bilden alsdann ein stets bindungsloses Gehäufe, welches schon von leichten Luft- und Wasserströmungen auseinander getrieben werden kann und alles Regenwasser durch seine Masse vollständig durchsintern lässt und gleich selbst nach starken Regenniederschlägen wieder trocken erscheint. Ebenso vermag ein solches reines Sandgehäufe die Wärmestrahlen der Sonne nur flüchtig fest zu halten; es wird zwar sehr schnell stärker erhitzt, als jede erdkrumenreiche Bodenart, aber es strahlt auch alle erhaltene Wärme schnell wieder aus, sobald die Bestrahlung durch die Sonne aufhört. In Folge davon bethaut sich ein Sandgehäufe während einer kühlen Nacht stärker als irgend eine andere Erdrindenmasse. — Ganz anders verhält sich ein, zumal aus feinem Perl- und Mehlsand bestehendes Gehäufe, wenn jedes seiner Körnchen eine, wenn auch nur hauchdünne, Rinde von erhärtetem Thone oder von Humus- oder Kohlensubstanz besitzt, wie dieses wohl bei allem, von schlammhaltigem Meer- oder Flusswasser abgesetztem, Sande der Fall ist; denn in diesem Falle bilden diese erdigen Ueberzüge, sobald sie durch Regenniederschläge angefeuchtet werden, eine Art Kitt,

durch welchen die einzelnen Sandkörnchen zu einem zusammenhängenden Ganzen mit einander verbunden werden, welches nun die Feuchtigkeit zusammenhält und durch die Sonnenstrahlen nicht mehr so stark erhitzt werden kann. Der reine Lehm und Letten zeigt dies ganz deutlich. Durch diese Eigenschaften wird der Sand ein sehr wichtiges Bodenbildungsmittel; denn er wandelt in richtiger Mischung den an sich zähen, nassen, kalten Thon in ein lockeres, mulmiges, mässig warmes und feuchtes Erdreich (z. B. in Lehm oder Letten) um, während umgekehrt eine schon geringe Thonbeimischung das lose, alles Wasser verdunstende, sich stark erhitzende Sandgehäufe zu einem lockerbindigen, wasseranhaltenden und weniger sich erhitzenden, thonigsandigen Erdreich macht.

Eine merkwürdige Rolle spielt bei der Bildung des Erdbodens der *Mehlsand des Quarzes* und des *kohlensauren Kalks*. Werden nämlich diese beiden Mehlsandarten mit thonschlammhaltigem Wasser längere Zeit tüchtig zusammengequirlt, dann überzieht sich zunächst jedes einzelne Mehlsandkörnchen mit einer Rinde von Thonschlamm und nun verbinden sich die einzelnen dieser Körnchen mit einander zu Krümeln, welche sich endlich, sobald das quirlende Wasser (z. B. in den tief ins Land einschneidenden Uferbuchten der Flüsse) zur Ruhe kommt, zu Boden senken und eine locker zusammenhängende, dicke Schlammmasse bilden, die beim Austrocknen ein feinkrümliches, bindiges Erdkrumen-Gehäufe darstellt, aus welcher endlich entweder *Lehmsubstanz,* wenn der Mehlsand aus Quarz, oder *Mergel,* wenn der Mehlsand aus kohlensaurem Kalk besteht, hervorgeht.

B. Erdschutt.

§ 18. Bildungsweise. — Der Steinschutt ist als der Uebergang der Felsarten zum Erdboden zu betrachten. Wie nun im Vorstehenden gezeigt worden ist, so hat man je nach der Art seiner Muttergesteine einen aus krystallinischen Felsarten und einen aus Trümmergesteinen entstandenen Gesteinsschutt zu unterscheiden. Dies ist von Wichtigkeit für die Natur der aus demselben sich entwickelnden Erdboden-Arten, wie das Folgende zeigen wird.

a. Wenn ein aus krystallinischen Mineralien bestehendes Gestein in Erdschutt umgewandelt werden soll, so muss stets ein doppelter Prozess stattfinden: Zuerst ein rein mechanischer oder physikalischer, durch welchen eine Gesteinsmasse vorbereitet wird für die Aufnahme und Wirksamkeit der diese Masse zersetzenden und in Erdkrume umwandelnden Stoffe, und dann ein chemischer, bei welchem die Körpersubstanz einer Steinmasse in ihrem ganzen Wesen verändert und in andere Mineralmassen umgewandelt wird. — Durch den rein mechanischen Prozess, welcher durch den sich unaufhörlich wiederholenden Wechsel von höheren und niederen Temperaturen, durch die Zersprengkraft des gefrierenden Wassers oder durch die Schlämm- oder Lösungskraft des reinen oder kohlensäurehaltigen Wassers ausgeführt wird, wird wohl die Körpermasse eines Gesteines in ihrem Umfange, ihrer Gestalt und ihrer Grösse verändert oder ganz in einzelne Massetheile zertrümmert, aber nicht in ihrem chemischen Bestande verändert (— höchstens gewässert oder hydratisirt —), wie man namentlich am kohlensauren Kalke oder am Gypse bemerken kann, von denen der erstere in kohlensaurem, der zweite schon in reinem Wasser sich auflöst, welche aber beide bei der vollständigen Verdunstung ihres Lösungswassers sich wieder unzersetzt als reiner Kalk oder Gyps absetzen. Durch diesen Prozess wird also eine Gesteinsmasse nur vorbereitet für die Arbeiten der Zersetzungsagentien, wird sie angefeuchtet und erweicht, dass diese letzteren an ihr haften und sich ansaugen können, oder in kleine Massetheile zertrümmert, dass das einleitende Wasser und die in ihm aufgelösten Umwandlungsstoffe auch die kleinsten Theilchen ihrer Masse angreifen können. Unter den krystallinischen Felsarten sind es nur der Quarz, kohlensaure Kalk und Gyps, welche in der eben angegebenen Weise nur auf mechanischem Wege zertrümmert und in Steinmehl, aber nicht in wirkliche Erdkrumenmasse umgewandelt, also auch unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht chemisch zersetzt werden. — Ist nun durch diesen mechanischen Prozess eine Steinmasse vorbereitet worden für den Angriff und die Wirksamkeit der chemisch thätigen Agentien, dann macht sich auch der chemische Prozess nach dem Obigen dadurch bemerklich, dass durch ihn die Bestandesmasse eines Gesteines theilweise oder ganz in eine andere

umgewandelt wird, welche in ihren chemischen Bestandtheilen sowohl wie ihren physischen Eigenschaften eine ganz andere Mineralmasse bildet, als diejenige war, aus welcher sie hervorgegangen ist. Ein Beispiel wird dieses veranschaulichen. Der allbekannte *Eisen-* oder *Schwefelkies* ist ein dichtes, sehr hartes, am Stahle funkendes, äusserlich fast messinggelbes Erz, welches aus Eisen und Schwefel besteht. In Krystallen an die Luft gelegt, ändert es seine Masse fast gar nicht; wird aber dasselbe zerpulvert und dann an feuchte Luft gelegt, dann überzieht es sich allmählich mit einer dichten Decke von blassgrünen, haarförmigen Nädelchen, welche fast wie Schimmelfäden aussehen, einen hässlichen Tintengeschmack auf der Zunge erregen und im Wasser leicht löslich sind, während der frühere Eisenkies metallisch aussah, keinen Geschmack erregte und im Wasser ganz unlöslich war. Diese ganze Umwandlung des Eisenkieses in schwefelsaures Eisenoxydul oder Eisenvitriol wird nun lediglich durch die Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffes mit dem Schwefel und Eisen hervorgebracht. Die atmosphärische Feuchtigkeit regt nämlich die Pulverkörner des Eisenkieses an, dass sie Sauerstoff ansaugen. Dieser nun verbindet sich einerseits mit dem Eisen zu Eisenoxydul und andererseits mit dem Schwefel zu Schwefelsäure, welche sich dann augenblicklich mit dem eben erst entstandenen Eisenoxydul zu schwefelsaurem Eisenoxydul oder Eisenvitriol verbindet. — Kommt nun weiter dieser letztere in Wasser aufgelöst mit kohlensaurem Kalk in Berührung, so tauscht er mit dem Kalke die Säuren aus, so dass nun aus dem kohlensauren Kalk schwefelsaurer Kalk oder Gyps und aus dem schwefelsauren Eisenoxydul kohlensaures Eisen oder Eisenspat entsteht. Aus diesem Beispiele ersieht man namentlich, dass zunächst der Sauerstoff — und so jede andere Gasart — sich nur dann mit einem festen Körper verbindet, wenn entweder er selbst oder der letztere mit Wasser verbunden ist, dass sodann nur dann eine Zersetzung des einen Körpers stattfindet, wenn der angreifende Stoff zu einem Bestandtheile des angegriffenen Körpers eine grössere Verbindungskraft besitzt, als der von ihm angegriffene Bestandtheil zu dem bisher mit ihm verbundenen Stoffe. So besitzt die Kalkerde zur Kohlensäure zwar eine grosse Verbindungsneigung, kommt sie aber mit Schwefelsäure in Berührung, so

stösst sie die mit ihr in Verbindung befindliche Kohlensäure aus und verbindet sich mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Kalk. Es ist dies ein Beispiel, welches überall da zum Vorschein kommt, wo in einem Kalk- oder Mergelfelsen zahlreiche Schwefelkiese eingewachsen vorkommen, und durch welches sich das häufige Vorkommen von Gyps- und Eisenspat-Adern in Kalksteingebirgen erklären lässt.

Wenden wir nun das eben Angedeutete auf die Umwandlung der krystallinischen Felsarten in Erdschutt an, so erhalten wir folgende Resultate.

Unter den krystallinischen Felsarten, welche die weiteste Verbreitung haben und die wichtigste Rolle bei der Zusammensetzung der Gebirgsländer spielen, machen sich die zu den oben schon angegebenen gemengten krystallinischen Felsarten gehörigen Massen des Gneisses, Glimmer- und Urthonschiefers, Granites, Syenites, Diorites, Diabases, Felsitporphyres, Trachytes, Melaphyrs und Basaltes am meisten geltend. Alle diese Felsarten sind zusammengesetzt aus Abarten des Feldspates, Glimmers, Augites oder der Hornblende und besitzen ausserdem oft noch Quarz oder Magneteisen. Mit Ausnahme des Quarzes und Magneteisens bestehen alle die ebengenannten Felsgemengtheile aus sogenannten mehrfachen Silicaten, d. h. aus Verbindungen von *kieselsaurer Thonerde* mit *kieselsauren Alkalien* (z. B. *kieselsaurem Kali* und *Natron*) oder *kieselsauren alkalischen Erden* (z. B. *kieselsaurer Kalkerde* und *Magnesia*) oder auch mit *kieselsaurem Eisenoxydul.* Unter diesen verschiedenen chemischen Bestandtheilen der *Silicate* nun besitzen die kieselsauren Alkalien, alkalischen Erden und auch das Eisenoxydul zu der mit Wasser verbundenen atmosphärischen Kohlensäure eine grössere Verbindungsneigung als zu der mit ihnen schon verbundenen Kieselsäure, wenn sie zuerst durch den Wechsel der Temperatur rissig gemacht und dann durch die, alle Risse der Mineralmasse durchdringende, atmosphärische Feuchtigkeit so erweicht worden sind, dass die mit der Feuchtigkeit zugleich in die Steinmasse eingedrungene Kohlensäure sich in ihre kleinsten Theilchen fest einsaugen kann. Nur die kieselsaure Thonerde dieser Silicate vermag es nicht, sich mit der Kohlensäure oder dem Sauerstoffe der Atmosphäre zu verbinden, obgleich sie Wasser ansaugen und sich mechanisch mit demselben verbinden kann. — Alles dieses

vorausgesetzt, werden nun die durch die Temperatur und das Wasser vorbereiteten Silicate von der in ihre Masse eindringenden Kohlensäure in der Weise zersetzt, dass sich die in derselben befindlichen kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden mit der Kohlensäure in, im Wasser lösliche, doppeltkohlensaure Alkalien etc. umwandeln, welche nun das weiter eindringende Wasser sammt der aus ihnen freigewordenen und ebenfalls in kohlensaurem Wasser löslichen Kieselsäure aus der angegriffenen Steinmasse ausspült, so dass zuletzt nur noch die in den Silicaten vorhandene kieselsaure Thonerde mit Wasser verbunden übrig bleibt und nun die allbekannte *Thonsubstanz* — den letzten unzersetzbaren Rest der oben genannten Silicate — bildet. Der so aus der Zersetzung der Thonerdesilicate entstandene Thon ist indessen von Anfang an selten ganz rein und frei von Beimengungen. Zunächst besitzt er die Kraft, die eben erst aus der Zersetzung des Muttersilicates frei gewordenen und im Wasser gelösten Substanzen mechanisch in sich aufzusaugen, bis jedes seiner Massetheilchen durch dieselben gesättigt erscheint, und dabei so festzuhalten, dass sie reines Wasser nicht wieder auslaugen kann, und nur die Saugwurzeln der sich auf ihm ansiedelnden Pflanzen es vermögen, sie ihm als Nahrung zu entziehen, wenn anders sie nicht vorher unlöslich geworden sind, wie dies z. B. der Fall ist bei dem vom Thon eingesogenen kohlensauren Eisenoxydul, welches beim Austrocknen des Thones Sauerstoff ansaugt und sich dadurch in unlöslichen Eisenocker *(Eisenoxydhydrat)* umwandelt und nun dem Thone die gewöhnliche ockergelbe oder gelbbraune „Thonfarbe“ gibt, ferner bei der eingesogenen Lösung von Kieselsäure, welche bei der Austrocknung des Thones unlöslich wird, Kieselmehl bildet und den Thon lehmig macht, oder endlich bei dem eingesogenen doppeltkohlensauren Kalk, welcher bei dem Austrocknen des Thones zu unlöslichem einfach kohlensauren Kalk wird und nun in seiner innigen Verbindung mit dem Thon diesen mergelig macht. — Ausserdem erscheint der aus der Verwitterung von gemengten Felsarten entstandene Boden in der Regel auch untermischt theils mit den nicht zersetzbaren Gemengtheilen, theils mit den Resten der noch nicht ganz verwitterten Massetheile einer Felsart, so dass der durch den Verwitterungsprozess entstandene Erdboden („Verwitterungsboden“) einer Felsart stets als ein

Gemenge von Erdkrume (Thon, Lehm, Mergel) mit grösseren oder kleineren Trümmern (Grus und Sand) von nicht zersetzbaren (Quarz) oder nur halbzersetzten Gemengtheilen der Mutterfelsart zu betrachten ist und nur dann erst von diesen letzteren Beimengungen — ja meist auch von den in ihm vorhandenen Alkalisalzen — gereinigt erscheint, wenn er durch Wasserfluthen von seiner Bildungsstätte fortgefluthet und oft weit von dieser entfernt sich in Uferbuchten oder Seebecken allmählich niedergesetzt hat. Hiernach erscheint also der Verwitterungsboden wohl unterschieden von dem Schwemmboden; denn der erstere enthält immer noch mehr oder weniger unzersetzte Trümmer seiner Mutterfelsart, welche durch ihre allmähliche Zersetzung den Boden nicht nur mit junger Erdkrume, sondern auch mit im Wasser löslichen alkalischen Pflanzennahrungssalzen auf lange Zeiträume hin versorgen; der Schwemmboden dagegen ist zwar reicher an Erdkrume, aber er ist während seines Transportes um so ärmer an Felstrümmern und löslichen Pflanzennahrstoffen geworden, je weiter er durch das Wasser transportirt worden ist.

b. Anders ist die Umwandlung der *klastischen* oder *Trümmergesteine* in Erdschutt. Die bei weitem meisten dieser *Felsarten* bestehen nämlich entweder aus erhärtetem einfachen Erdschutt oder Erdschlamm (so die Schieferthone und die Mergel) oder aus Geröllen und Sandgehäufen, welche durch erhärteten Erdschlamm oder auch durch Mineralsubstanzen, die sich aus wässerigen Lösungen ausgeschieden und zwischen den Steinschuttgehäufen abgesetzt haben, zusammengekittet worden sind (so die Conglomerate und Sandsteine mit thonigem, mergeligem oder kalkigem Bindemittel). Alle diese Trümmergesteine nun werden einfach dadurch in Erdschutt umgewandelt, dass reines oder kohlensäurehaltiges Regen- oder Flusswasser ihre Bindemittel allmählich erweicht und in Schlamm umwandelt, so dass die ganze Gesteinsmasse zerfallen muss und so in den Zustand zurückkehrt, in welchem sie sich vom Anfange und vor ihrer Verkittung und Festwerdung befand und den ehemaligen Wohnsitz einer üppigen Pflanzenwelt bildete.

Nur wenn die Trümmergesteine zahlreiche Steinbrocken und Sandkörner enthalten, welche noch durch Sauerstoff und kohlensäurehaltiges Wasser zersetzt werden können, wie dieses bei den Granit-, Gneiss-, Diorit-, Basalt-, Feldspat-, Augit-, Kalk- u. s. w.

haltigen Steintrümmern der Fall ist, wird ihr durch einfaches Zerfallen oder Schlammigwerden entstandener Erdschutt noch durch die Zersetzung und theilweise Auflösung ihrer Steintrümmer auch chemisch verändert, so dass z. B. ein mit mergeligem Bindemittel versehenes Trümmergestein zuerst einen mergeligen, später aber durch Auslösung seines Kalkgehaltes einen sandigen Thonboden gibt.

§ 19. Aggregationsformen des Erdschuttes. — Nach allem im Vorstehenden Mitgetheilten ist also als das letzte Product der Zertrümmerung oder Zersetzung aller Felsarten der *Erdschutt* zu betrachten. Dieser, welcher die Heimstätte und das Nahrungsmagazin unmittelbar der Pflanzenwelt und durch diese mittelbar der Thier- und Menschenwelt bilden soll, tritt nun unter zweierlei Aggregationsformen auf, nämlich entweder in der Form von mehl- oder pulverigen losen Gehäufen oder von krümlichen, locker oder bindig unter einander zusammenhaftenden Massen.

a. Die pulverigen oder mehlartigen Bodengehäufe, — welche theils aus der gänzlichen Zermalmung von harten, unverwitterten, sich stark gegen einander reibenden Gesteinsmassen, theils auch aus den feinen Steintheilen hervorgehen, welche fliessendes Wasser von den von ihm fortwährend benetzten Felsoberflächen abreibt — können wohl von fliessendem Wasser lange Zeit schwebend erhalten werden, so dass sie mit dem letzteren eine intensive farbige Brühe bilden, und setzen sich auch bei dem ruhigen Stehen und Verdunsten desselben wie ein wirklicher zarter Schlamm ab, aber es fehlt ihnen die Haupteigenschaft des eigentlichen Schlammes; denn ihre einzelnen Massetheilchen besitzen in ganz erdfreiem Zustande keine gegenseitige Anhaftungskraft zu einander, so dass sie sich nicht mit einander zu Krümelmassen verbinden können, wenn sie allmählich abtrocknen, sondern bei der vollen Austrocknung wieder zu losen Pulver- oder Mehlgehäufen zerfallen. Da nun eine nicht allzustarke Aneinanderhaftung oder Bindigkeit der Massetheile zu dem Wesen eines Bodens gehört, weil er sonst einerseits leicht durch Luftströmungen oder Regenniederschläge auseinander getrieben und andererseits auch den ihn bewohnenden Pflanzenwurzeln keinen festen Haft gewähren kann, so folgt von selbst,

dass die nur aus pulverigen oder mehligen Mineralzusammenhäufungen bestehenden Massen keinen eigentlichen, stabilen, den Pflanzen einen festen Wohnsitz gewährenden, Erdboden bilden können, ganz abgesehen davon, dass sie zum Theil — wie das Kalk- und Gypsmehl — sich allmählich in kohlensaurem oder reinem Wasser ganz aufzulösen vermögen.

Zu denjenigen Steinschuttmassen, welche häufiger solche steinmehl- oder pulverigsandige Anhäufungen bilden, gehören namentlich der feine *Kiesel-, Kalk-* und *Gypssand,* bisweilen auch der *Eisenoxydsand.* — Für sich allein sind sie äusserst unfruchtbar, werden sie aber durch Regenwasser mit Thonschlamm untermischt, wie dieses sehr oft an den Gehängen und am Fusse der mit Thonzwischenschichten versehenen Kalk- und Gypsberge der Fall ist, dann wird ihr loses Gehäufe zu einem mehr oder weniger bindigen, kalkigen oder gypsigen Thonboden umgewandelt, welcher der Pflanzenwelt sehr willkommen ist. Im Verlaufe der Zeit ändert sich freilich auch ihr Sandgehalt; denn das auf ihnen wohnende Pflanzenreich versteht es, mittelst der Kohlensäure, die sich aus seinen Verwesungssubstanzen entwickelt, das Mehl der Verwitterungskieselsäure und des kohlensauren Kalkes löslich zu machen und dann als Nahrung in sich aufzusaugen; ja das Gypsmehl eines thonigen Bodens löst sich allein schon in der Nässe des Bodens auf und wird dann von den Pflanzen ebenfalls als Nahrung benutzt, so dass sowohl aus einem kalkhaltigen, wie aus einem gypshaltigen Thon- oder Lehmboden mit der Zeit ein einfacher Thon- oder Lehmboden werden kann.

b. Die in mässig angefeuchtetem Zustande Krumen oder Krümel bildenden Erdsubstanzen vermögen also nach dem eben Mitgetheilten allein solche Zusammenhäufungen oder Aggregationen darzustellen, deren einzelne Massetheile auch in nicht ganz ausgetrocknetem Zustande unter einander so viel gegenseitige Anhaftung ausüben, dass sie eine mehr oder minder stark zusammenhängende (bindige) Erdbodenmasse bilden. Diese Anhaftungskraft der einzelnen Massetheile hat ihren Grund in der Eigenschaft ihrer kleinsten Massetheilchen, Wasser in sich aufzusaugen und darum auch sich andern Körpern fest anzuhaften, wenn dieselben angefeuchtet sind, wie man z. B. sehen kann, wenn man ein Stück

ausgetrockneten Thones mit der angefeuchteten Lippe in Berührung bringt. Diese Wasseransaugung nun üben die kleinsten Massetheilchen auch unter sich selbst aus. Die Folge davon ist, dass sie sich unter einander zu kleineren und grösseren, unregelmässig geformten Klümpchen verbinden, welche man Krumen oder Krümel nennt. Indem nun aber diese einzelnen Krumen, zumal wenn sie auszutrocknen beginnen, sich wieder gegenseitig ansaugen, so bilden sie im grossen Ganzen eine mehr oder minder bindig zusammenhängende Krumenmasse, welche das Hauptbildungsmittel eines jeden wirklichen Erdbodens darstellt.

Bemerkung: Man kann diesen ganzen Prozess recht gut bei der Bereitung des Brodes aus dem Mehlteig beobachten.

Wenn nun aber jeder der einzelnen kleinsten Theile sich ganz mit Wasser übersättigt hat, dann übt er keine Ansaugung mehr gegen die übrigen Krumentheile aus; die Krume zerfällt allsdann in ihre einzelnen Theilchen, welche nun frei in dem sie noch umgebenden Wasser umherschwimmen und mit demselben einen Schlamm bilden, zwischen dessen einzelnen Theilchen erst dann wieder eine Krumenbildung eintritt, wenn die Schlammmasse dem Austrocknungspunkte nahe kommt.

Unter den Zersetzungsproducten der verwitternden krystallinischen Felsarten gibt es im Allgemeinen nur zwei Mineralarten, welche die Eigenschaft besitzen, im ganz von Wasser durchdrungenen Zustande sich vollständig zu schlämmen, im von Wasser mässig durchfeuchteten Zustande dagegen einen formbaren Teig zu bilden und im vollständig ausgetrockneten Zustande sich mit ihren Massetheilchen zu festen, dichten, steinartigen Knollen so stark zusammenzuziehen, dass sie nur mit Gewalt pulverisirt werden können und unter dem Einflusse des Wassers sich nur lagenweise und allmählich von Aussen nach Innen in Schlamm umwandeln. Zu diesen beiden Zersetzungsmineralien gehören die Thonsubstanz (oder das kieselsaure Thonerdehydrat) und der Eisenocker (oder das Eisenoxydhydrat). Zu ihnen gesellen sich dann noch die in voller Verwesung begriffenen und im ganz ausgetrockneten Zustande ein theils gelbbraunes theils schwarzbraunes Pulver, im ganz vom Wasser durchzogenen Zustande aber einen Schlamm bildenden Körperreste der Pflanzen und Thiere (d. i. die Humus- und

Torfsubstanzen). Jede dieser drei Substanzen besitzt die Eigenschaft, möglichst viel Wasser in sich aufzusaugen und mit demselben einen sehr zarten, dünnen Schlamm zu bilden; jede derselben wird im wasserdurchzogenen Zustande von der anderen so innig angesogen, dass auf jedes kleinste Theilchen ihrer Masse ein bestimmtes Quantum der angesogenen Masse kommt und dann eine so feste Mischung bildet, dass sie nur durch chemisch auf sie einwirkende Substanzen, aber nicht durch mechanische Schlämmung mit einfachem Wasser vollständig getrennt werden kann; jede endlich verstärkt bei ihrer innigen Vermischung die Wasser-Ansaugungskraft der anderen, wie man z. B. beim Thon bemerken kann, dessen eisenoxydfreie weisse Abart bei weitem nicht so stark Wasser ansaugen und festhalten kann, als die von fein zertheiltem Eisenocker durchzogene Masse des gemeinen Thones.

Aber in einer Eigenschaft übertrifft die Thonsubstanz die andern beiden. Das ist in der Bildung von Krümeln. Nur sie vermag wirkliche Krümeln und Aggregate von Krumen zu bilden; das Eisenoxyd aber und die Humussubstanz bildet beim Austrocknen nur Pulver oder Häutchen, aber keine Krumenmasse und wenn auch die letzte beim Austrocknen ein krümliches Pulver darstellt, so ist es doch sehr vergänglicher Natur, indem es sich unter Aufsaugung von Sauerstoff allmählich in flüchtige Kohlensäure umwandelt, so dass von ihm nur noch leicht lösliche Alkalisalze übrig bleiben. Dabei besitzt sie auch die entwickelteste Aufsaugungskraft, denn sie vermag sowohl vom Eisenoxyd wie von der Torf- und Humussubstanz das Vielfache von ihrer eigenen Quantität in sich aufzusaugen; ja die letztgenannten beiden Substanzen hält sie dabei so stark an sich gefesselt, dass sie, so lange auch nur eine geringe Feuchtigkeitsmenge in dem Thone vorhanden ist, keinen Sauerstoff in sich aufnehmen und Kohlensäure aus sich entwickeln können, sondern bei starker Zusammenpressung, wie in einem Torf- oder Kohlenlager, in den eigentlichen Verkohlungsprozess eintreten und Kohlenwasserstoffgas und Bitumen bilden, welches aber mit dem Thon verbunden bleibt, ihn bituminös macht und bewirkt, dass er beim Erhitzen einen erdpechartigen Geruch entwickelt und zum Theil mit Flamme verbrennt. Man kann dieses schon bei dem sogenannten Teichschlamm beobachten. Soll derselbe fruchtbar werden und Kohlensäure aus sich

entwickeln, so muss er während der warmen Jahreszeit dünn ausgebreitet werden, dass er vollständig austrocknen kann und zu Pulver zerfällt, welches nun tüchtig von der atmosphärischen Luft durchzogen und zur Anziehung von Sauerstoff, welcher nun die humosen Bodentheile zur Zersetzung anregt, angetrieben wird. Wie stark die Anhaftung der Humussubstanz an dem Thone ist, ersieht man schon an dem urweltlichen Teichschlamm oder der sogenannten Dammerde, welche trotz ihrer Jahrhunderte langen Lage noch immer voll Humussubstanzen ist. — Endlich aber besitzt die Thonkrume nicht bloss eine starke Ansaugung gegen die ebengenannten beiden Substanzen, sondern überhaupt auch gegen alle im Wasser aufgelösten Stoffe, so namentlich gegen Salze und Säuren aller Art, und hält sie auch dann noch fest, wenn sie in Folge von der Verdunstung ihres Lösungswassers zu festen Massen erstarren. Wenn die Thonmasse in dieser Weise sich voll gelöster Kieselsäure oder kohlensaurer Kalkerde gesogen hat, so gibt die erste bei der Austrocknung des Thones unlösliches Kieselmehl, welches mit dem Thone innig verbunden Lehmsubstanz darstellt, während der kohlensaure Kalk bei seiner Erstarrung mit dem Thon zusammen Mergelsubstanz erzeugt, und die von ihr aufgesogenen alkalinischen Salze trotz ihrer leichten Löslichkeit doch in ihr festgehalten und dann den im Boden wurzelnden Pflanzen als die willkommenste Nahrung dargeboten werden.

Nach allem diesen erscheint demnach die Thonsubstanz als die Hauptansammlerin und Hauptspenderin aller Nahrungsmittel, kurz als die immer gefüllte Mutterbrust der Pflanzenwelt, ja auch als der Hauptwohnsitz derselben. Ob sie aber für sich allein schon diesen letzteren bilden kann, das wird das Folgende zeigen.

§ 20. Der Thon als Hauptbildungsmittel allen Erdbodens. — Wie schon erwähnt, so besitzt der gelbbraune, mit Eisenocker innig gemengte, gemeine Thon die Eigenschaft, so lange er noch nicht mit Wasser übersättigt ist, was bei 50 Procent Wassergehalt eintritt, fortwährend alle Feuchtigkeit in sich aufzusaugen. Ist er nun ganz mit Wasser übersättigt, dann drängt, wie oben schon angedeutet, das letztere die einzelnen Thontheilchen so auseinander, dass sie sich ganz von einander trennen und im Wasser schwimmend mit diesem eine farbige Schlammbrühe bilden, in welcher die Landpflanzen mit ihren Wurzeln

keinen festen Haftpunkt mehr finden und leicht faulig werden, zumal da der von Wasser durchdrungene Thon in Folge der fortwährenden Verdunstung seines Wassers alle ihm zugeleitete Wärme schnell verliert und so im durchnässten Zustande immer kalt erscheint. Und wenn nun in Folge seiner Wasserverdunstung oder ruhigen Stehens die Thonschlammtheile sich wieder aus dem Wasser abscheiden, so überziehen sie zunächst die in dem Schlamme befindlichen Pflanzenwurzeln mit einer so dichten Thonrinde, dass diese letzteren ihre Lebensverrichtungen nicht mehr ausführen können und in Folge dessen absterben und verfaulen. Dasselbe aber geschieht nun auch, wenn in Folge weiterer Wasserverdunstung die ganze Thonmasse sich zu Boden setzt und verdichtet, dann bildet sie, sobald ihre einzelnen Massetheile nicht mehr 50 Procent Wasser enthalten, eine möglichst dichte, steife Teigmasse, welche sich wie Seife schneiden und formen lässt und dabei so stark an allen sie bearbeitenden Körpern klebt, dass sie z. B. zarten Pflanzenwurzeln keinen Durchgang gestattet. In diesem seifigen Zustande lässt sie sich von schneidenden Instrumenten in grosse, sich lockende oder umbiegende („knickende") Schollen (daher der Namen des fetten Thones: „Knick") zertheilen, wobei ihre Schnittfläche ganz glatt und spiegelnd erscheint; ebenso aber lässt sie sich auch in dünne Platten auswalzen, oder in dünne, drahtförmige Stäbe ausstrecken. Auch schon durch die blosse Hand lässt sie sich leicht in alle Formen drücken (— daher der Name formbarer oder „plastischer Thon"), welche beim Niederwerfen sich wohl breit drücken, aber nicht zerbersten. In diesem Zustande bildet sie auch keinen Wohnsitz für Landpflanzen. — Und wenn nun dieser Thonteig durch starke Auflockerung dem vollen Luftzutritte und auf längere Zeit einer mässig hohen Lufttemperatur (— oder auch einer Durchfrostung, bei welcher das gefrierende Wasser sich von den Thontheilen absondert —) ausgesetzt wird, so lockern sich seine dicht zusammenhaftenden Thontheilchen und verbinden sich zu Krumen, welche nun ein grobkrümliches Erdreich darstellen, auf welchem Pflanzen verschiedener Art gedeihen können. Wenn aber durch später eintretende, häufige Regenniederschläge ein solches krümliches Thonerdreich wieder ganz durchnässt wird, so wird es auch wieder seifig. Und wirkt nun langdauernde Sommerhitze auf dasselbe ein, so ziehen sich

seine einzelnen Theilchen so stark zusammen, dass es nach allen Richtungen hin zerberstet und in einzelne kopfgrosse, steinharte Knollen oder Klösse zerfällt, welche dann vom häufig wiederkehrenden Regen nur ganz allmählich und lagenweise von Aussen nach Innen wieder in Schlamm umgewandelt werden. In einem solchen ausgedörrten, steinhart werdenden Boden kann nun auch keine Pflanze mehr gedeihen; denn abgesehen davon, dass derselbe den Pflanzen keine Feuchtigkeit mehr gewährt und austrocknet, zerquetscht oder zerreisst er auch bei seiner starken Massenverdichtung und Zerberstung die in ihm wohnenden zarten Pflanzenwurzeln.

Aus allem eben Mitgetheilten folgt, dass der gemeine Thon für sich allein trotz aller Krumenbildung und trotz aller Nahrungsmittel, welche er vermöge seiner Eigenschaft, alle im Wasser lösbaren Salze aufzusaugen, in seiner Masse ansammeln kann, doch nicht im Stande ist, ein für die Dauer geeignetes Daheim der Pflanzenwelt zu schaffen, eben weil er der letzteren alle ihre Lebensbedürfnisse nicht in dem Maasse, in welchem dieselben ihr zuträglich sein können, darreicht: er ist eben entweder zu nass und kalt oder zu trocken und heiss; entweder zu fest oder zu schlammig, um ihr einen sichern Haftpunkt zu gewähren, und dabei sowohl in seinem ganz vom Wasser durchzogenen, schlammigen oder seifigen, wie in seinem ganz ausgedörrten, dichten Zustande gegen den Zutritt der atmophärischen Luft verschlossen. Aber trotzdem ist er das unentbehrlichste Hauptbildungsmittel aller für die Pflanzenwelt geeigneten Bodenarten, sobald er sich in bestimmten Mengungsverhältnissen mit Substanzen innig mischt, welche die entgegengesetzten Eigenschaften von ihm besitzen, welche also durch die Sonnenwärme sich so erwärmen, dass sie sein überflüssiges Wasser zur Verdunstung reizen, dabei sich so zwischen seine einzelnen Massetheile einschieben, dass sich diese nicht zu innig gegenseitig ansaugen können und ihn in weiterer Folge davon so locker erhalten, dass die atmosphärische Luft und Temperatur in sein Inneres gelangen und die Verwesung der in ihm vorhandenen abgestorbenen Organismenreste befördern können, und die in ihm wohnenden Pflanzenwurzeln sich ihrer Natur gemäss ungehindert ausbreiten können; welche endlich selbst durch ihre allmähliche Zersetzung

oder Lösung den Thon mit neuen Nährmitteln für die Pflanzen versorgen. — Sollen nun aber diese Einmengungen des Thones mit diesem überhaupt einen für alle Verhältnisse fruchtbaren Erdboden bilden, so muss vor allem die Mischung derselben mit dem Thone eine möglichst gleichmässige sein, so dass nicht an der einen Stelle die Einmengungen in grosser Zahl vorhanden sind und an der anderen der Thon fast frei von denselben ist; sodann muss das Mengungsverhältniss ein solches sein, dass sich die physischen Eigenschaften der Gemengtheile gegenseitig fast neutralisiren. Herrschen z. B. die erhitzenden Beimengungen in Menge vor, sodass der Thon das in ihm vorhandene Wasser während der warmen Jahreszeit allzustark verdunsten lässt, dann wird derselbe staubig, bindungslos und vermag nicht mehr die ihn bewohnenden Pflanzen zu ernähren und zu erquicken. Wenn solche ungünstig gemengte Bodenarten doch ihr Amt als Pflanzenernährer in rechtem Maasse ausüben sollen, so müssen sie entweder eine Lage besitzen, welche durch ihre physischen Eigenschaften die ungünstigen Verhältnisse ihres Gemenges neutralisirt, oder in einer Umgebung lagern, welche im Stande ist, die ungünstigen Mengungsverhältnisse ihrer Bestandesmasse zu verbessern, oder endlich von Pflanzen bedeckt sein, welche alle schlechten Bodenzustände zu ändern im Stande sind, — muss mit anderen Worten durch die einen Boden umgebende Landschaft das für die Fruchtbarkeit desselben ungünstige Mengungsverhältniss seiner Bestandesmasse ausgeglichen werden, wie später bei der Beschreibung der „Abhängigkeit des Bodens von seiner landschaftlichen Umgebung“ noch weiter gezeigt werden wird.

§ 21. Die steinigen Gemengtheile eines Bodens. — Unter den im § 16 angegebenen Arten des Felsschuttes treten vorzüglich als Gemengtheile des vorherrschend aus Thon gebildeten Erdreiches hervor: Gerölle, Geschiebe, Kies, Grus, Sand und Steinmehl. Ueber diese mineralischen Beimengungen des Erdbodens ist im Allgemeinen folgendes zu bemerken.

Hält man fest, dass diese Einmengungen des, aus reinem Thone bestehenden Bodens dazu dienen sollen, die physischen Eigenschaften des Thones in der Weise zu regeln, dass der letztere eine dauernde, für die mit ihren Wurzeln ihn

bewohnende Pflanzenwelt stets behagliche, alle ihre Lebensbedürfnisse befriedigende Wohnstätte bilden soll, so müssen sie im Allgemeinen bewirken, dass der Thon eine stets mässig lockere, nicht allzu bindige, wohl stets feuchte, aber nie zu nasse, mässig warme, der atmosphärischen Luft und Temperatur stets zugängliche, die Wurzeln der ihn bewohnenden Pflanzen nicht beengende oder sie mit fest anklebender Schlammrinde überziehende Consistenz erhält. Alles dieses vermögen aber die Beimengungen des Thones nur dann auszuführen, wenn sie

1) dauernd oder stabil im Thone bleiben;

2) ihr Mischungsverhältniss mit dem Thone im Zeitverlaufe nicht ändern d. h. sich allmählich aus der Thonmasse absondern und für sich allein Zwischenlagen in der letzteren bilden;

3) sich in gleichmässiger und inniger Mischung mit dem Thon befinden.

Unter den oben genannten Beimengungen des Thones treten bei weitem am meisten hervor die verschiedenen Abarten des Sandes. Diejenigen unter ihnen, welche sich in reinem oder kohlensaurem Wasser allmählich ganz auflösen lassen, so das Steinsalz, der Gyps und der kohlensaure Kalk, oder sich unter dem Einflusse der den Boden durchdringenden Atmosphärilien und Verwesungsflüssigkeiten nach und nach zersetzen (wie dieses z. B. der Fall ist mit dem Feldspat-, Hornblende- oder Augitsande), können daher nicht zu den dauernden, auf den, mit ihnen gemengten, Thon immer gleichmässig einwirkenden, Bodengemengtheilen gerechnet werden; ihr Einfluss auf die physischen Eigenschaften des Thones ist daher auch nur ein langsamer oder schneller vorübergehender. Am stärksten tritt dieses hervor bei dem von den Meeresfluthen abgesetzten Schlickboden. Anfangs bildet er nur einen morastigen, von Seesalzlösungen erfüllten, Schlammboden und als solcher den üppigen Wohnsitz von echten Salzpflanzen, unter denen sich namentlich *Salicornia herbacea* (der Krückfuss), *Kochia hirsuta, Salsola kali, Aster tripolium, Juncus maritimus, Triglochin maritima* u. a. bemerklich machen. Diese Pflanzenarten saugen indessen begierig die im Boden befindlichen Salzlösungen in sich auf und machen dadurch ihren Standort salzärmer, zugleich aber auch trockner, so dass sie zuletzt nicht mehr auf ihm gedeihen können. Nun siedeln sich auf ihm Pflanzenarten,

namentlich Grasarten, an, welche ihm vollends alle noch vorhandenen Salze entziehen und ihn dadurch zu einem mässig feuchten, mürbkrumigen, lehmartigen Schlickboden, den auserlesenen Wohnsitz aller Getreide-Arten, umwandeln. — Auch der mit Kalksand untermischte Boden ändert mit der Zeit seine physischen Eigenschaften und seine Pflanzenproductionskraft in dem Grade, wie der in ihm vorhandene Kalksand unter dem Einflusse der in ihm befindlichen Düngstoffe in löslichen doppeltkohlensauren Kalk umgewandelt wird. Alles dieses findet um so schneller statt, je feinkörniger der dem Thonboden beigemengte Kalksand ist. Aus einem kalkreichen Mergel (— sogenanntem Kalkmergel —) wird daher mit der Zeit ein kalkarmer oder sogenannter Thonmergel und zuletzt ein kaum noch kalkhaltiger Thonboden. Alles dieses findet um so schneller statt, je mehr kalkbegierige Gewächse sich auf ihm ansiedeln und je mehr einem solchen Boden flüssige, den Kalk stark lösende, Düngstoffe zugeführt werden; denn die Kalknahrung regt die Pflanzen an, den im Boden vorhandenen Kalk rasch und stark in sich aufzusaugen, bis sie von demselben nichts mehr finden und in Folge davon verkümmern. Man nennt alsdann den Boden „ausgemergelt“.

Ausser dem Kochsalze, dem Gypse und kohlensauren Kalke gibt es nun noch eine Art Sand, welche allmählich aus einem Thonboden verschwinden kann. Es sind dieses die Sandkörner (Gruskörner) derjenigen kieselsauren Mineralien, welche durch die Verwitterung der gemengten krystallinischen Felsarten, so des Granites, Gneisses, Felsitporphyrs, Diorites, Diabases, Basaltes etc., in den Thonboden gelangen. Unter ihnen machen sich am meisten bemerklich Feldspate, Glimmer, Hornblende und Augit. Sie alle verwittern um so leichter, je mehr kohlensäurehaltiges Wasser oder Pflanzen-Verwesungsstoffe auf sie einwirken können und je mehr sie unter ihren chemischen Bestandtheilen Alkalien, namentlich aber Kalkerde enthalten; sie alle aber vermehren bei ihrer vollen Zersetzung auch die Thonkrume des Bodens.

So bleiben denn unter den gewöhnlichen Verhältnissen nur noch die Sandkörner des Quarzes als Beimengungen des Thones übrig. Indessen auch diese sind nicht immer stabil. Es gibt nämlich zweierlei Quarzsandbeimengungen im Thone. Die Einen stammen von den krystallinischen Quarzkörnern ab, welche

von vornherein als Gemengtheile in den krystallinischen Felsarten (z. B. im Granit, Gneiss und Felsitporphyr) oder auch in den Sandsteinen vorhanden sind oder auch durch die Abreibung der quarzhaltigen Gesteine entstehen; die Anderen dagegen entwickeln sich aus der, bei der Zersetzung der kieselsauren Minerale freigewordenen, löslichen Kieselsäure, welche von dem eben erst entstandenen Thone begierig aufgesogen wird und bei der vollständigen Austrocknung des letzteren zu mehlartigem Sand oder Kieselmehl erstarrt. Diese letzte Art von Kieselmehl, welche meist so innig mit dem Thone untermischt ist, dass auf jedes kleinste Thontheilchen irgend ein Quantum derselben kommt, ist aber nur so lange stabil im Thon, als nicht Lösungen von kohlensauren Alkalien (Natron, Ammoniak oder Kali) — wie sie durch die Verwesung von alkalienhaltigen Pflanzen in den Boden gelangen — mit ihr in Berührung treten. Ist dieses der Fall, dann verbinden sich diese letzteren mit dem Kieselmehl und bilden mit ihm in Wasser lösliche kieselsaure Alkalien, welche nun von den Wurzeln der Pflanzen aufgesogen werden, so dass nun ein schmieriger Thon zurückbleibt. — Von dem Sandgehalte des Thones bilden demnach nur die, aus der Verwitterung oder Zermalmung der Felsarten zurückgebliebenen, krystallinischen Quarzkörner den einzigen unveränderlichen Sandgehalt des Bodens.

Dieser durch alkalische Lösungen nicht lösbare Sand ist es nun auch, welcher vorzüglich in denjenigen Thonbodenarten als stabiler Gemengtheil auftritt, welche aus der Zertrümmerung der Sandsteine und der quarzhaltigen krystallinischen Felsarten (z. B. des Granites) in den älteren Erdrindeformationen entstanden sind oder sich noch gegenwärtig entwickeln. Er bildet den wahren Verbesserer der reinen Thonkrume, indem er die letztere zunächst locker erhält und bei ihrer Austrocknung sich nicht so stark zusammenziehen lässt, dass sie in einzelne steinharte Knollen zerberstet, sodann durch seine Eigenschaft sich stark zu erwärmen anregt, einen Theil des von ihr übermässig angesogenen Wassers wieder zu verdunsten, so dass ihre Masse wärmer wird, endlich die gelockerte, mässig feucht und warm gewordene Thonkrume für die Aufnahme von atmosphärischer Luft, welche die in ihr vorhandenen Organismenreste zersetzt, aufschliesst. Das alles vermag er indessen nur dann auszuführen, wenn er innig, gleichmässig

und nicht in allzugrosser Menge mit der Thonmasse gemengt erscheint. Mit der Zeit kann sich jedoch auch dieses günstige Mengungsverhältniss zum Nachtheile des Thones ändern. Wenn nämlich ein wagrecht abgelagerter sandhaltiger Thonboden jahrelang unbewachsen von Holz- und Kulturgewächsen, welche mit ihren Wurzelzweigen die Bodentheile umstrickt halten, unthätig und brach bleibt, dann kann durch oft wiederkehrende und heftige Regenniederschläge die Thonkrume so schlammig werden, dass sie die einzelnen Sandkörner, zumal wenn sie etwas gross sind, nicht mehr eng mit sich verbunden halten kann. Die Folge davon ist, dass sich dieselben in dem schlammigen Thone niederwärts senken und für sich allein in den tieferen Lagen des Thonbodens grössere und kleinere Sandnester, Sandknollen oder Sandstreifen bilden, welche mit der Zeit zu grösseren Sandzwischenlagen anwachsen, so dass nun der ganze Thonboden aus abwechselnden Lagen von reinen Thon- und Sandablagerungen besteht. Nur ein wiederholtes, tief in den Boden eingreifendes Umarbeiten und eine darauf folgende Bepflanzung mit kräftig wurzelnden Gewächsen kann dann diesen Uebelstand, welcher zumal bei künstlicher Besandung eines strengen Thonbodens vorkommt, wieder heben.

Ausser dem eigentlichen Sande treten nun auch noch in der Masse des Thones sehr häufig mehr oder weniger viele, grössere und kleinere Trümmer von Felsarten als Beimengungen auf. In dem Verwitterungsboden des Thones, welcher noch in der nächsten Umgebung seiner Mutterfelsarten lagert, stammen diese Trümmer nur von den letzteren ab, ist aber der Thonboden durch Wasserfluthen von seiner Bildungsstätte mehr oder weniger weit weggefluthet worden, dann sind die in ihm eingebetteten Trümmer Abkömmlinge oft von sehr verschiedenen Felsarten und erscheinen auch mehr oder weniger glatt abgerundet (bei den sogenannten Geröllen und Geschieben), wie früher schon mitgetheilt worden ist. Alle diese Trümmer nun sind von grosser Wichtigkeit für den sie umschliessenden Thonboden. Sind sie hasel- bis höchstens kegelkugelgross und gleichmässig durch den Thon vertheilt, dann wirken sie ähnlich wie der grobe Sand: sie lockern den strengen Thonboden und befördern seine Erwärmung und hierdurch die Verdunstung seines überflüssigen Wassers, dabei halten sie ihn für den Einzug der atmosphärischen Luft offen, und wenn

sie aus verwitter- und zersetzbaren Steinresten bestehen, so schaffen sie auch fort und fort aus ihren sich zersetzenden Massen einerseits im Wasser lösliche Nahrungsstoffe für die im Boden wurzelnden Pflanzen und anderseits neue Erdkrume, so dass dadurch z. B. ein sandreicher und krumenarmer, loser Erdboden mit der Zeit krumenreicher und bindiger wird. Ganz besonders gilt dieses Alles von den in einem Boden befindlichen Verwitterungstrümmern, wie man z. B. bei dem Basaltboden bemerken kann, dessen Erdbodenmasse oft so dicht mit Basalttrümmern durchzogen ist, dass sich die in ihm wohnenden Pflanzenwurzeln oft kaum zwischen den Steintrümmern durchzwängen können. Und doch zeigt die auf dem steinigen Basaltboden wohnende Vegetation eine Ueppigkeit in ihrem Wachsthum und eine Artenmannigfaltigkeit, wie nicht leicht in einem anderen Boden. — In mancher Beziehung anders ist es mit den in einem Schwemmboden vorhandenen, angeflutheten Steingeröllen und Geschieben. Diese, welche durch die Reibung, welche sie bei ihrem Transporte durch das Wasser erlitten haben, mehr oder weniger stark abgerundet und an ihrer Oberfläche glatt abgeschliffen erscheinen, so dass namentlich die gasförmigen Zersetzungsagentien an der letzteren nicht dauernd haften und ätzen können, gewähren den im Boden wurzelnden Pflanzen keine oder nur sehr allmählich Nährstoffe. — Ausserdem bleiben die Gerölle für die Dauer nicht immer in gleichmässiger Mengung mit einem Boden verbunden. In einem längere Zeit wüst oder brach liegenden, nicht von Zeit zu Zeit umgearbeiteten Boden senken sie sich noch viel schneller wie der Sand immer mehr abwärts, so dass sie zuletzt eine selbständige Unterlage der oberen Thonbodenlage bilden, welche jedoch noch immer günstig auf die über ihr lagernde Thonbodenmasse einwirkt, indem sie dem in der letzteren sich anhäufenden Bodenwasser einen Abzug nach unten gewährt. —

Wie die einem Boden beigemengten Gerölle, so sind auch die auf der Oberfläche eines Bodens ausgebreiteten und denselben oft meterhoch bedeckenden Felstrümmer von grosser Wichtigkeit für den von ihnen bedeckten Boden, wie später noch weiter gezeigt werden wird.

B. Die vegetabilischen Zersetzungssubstanzen oder Humusmassen als Bestandtheile des Bodens.

§ 22. Bildung und Einfluss derselben auf die Natur des mineralischen Bodens. — Wie schon früher angegeben, so kommen die Anhäufungen von thonigen Massen ausser mit Mineralresten auch sehr häufig mit Pflanzen-, ja auch mit Thierresten untermengt vor. Alle diese Beimengungen von Organismenresten üben da, wo sie in grossen Mengen die Thonmassen nach allen Richtungen hin durchziehen, einen grossen Einfluss auf die physischen Eigenschaften der Thonsubstanzen aus.

Schon die auf der Oberfläche eines thonigen Bodens lebenden Pflanzen ändern diese Eigenschaften ihres Standortes in mannigfacher Beziehung. Sind es gesellig wachsende, stark wuchernde Pflanzenarten, welche alle atmosphärischen Wasserniederschläge, sei es nun Regen oder Nebel, in sich aufsaugen und festhalten, wie dieses der Fall ist bei den Wassermoosen aus der Familie *Sphagnum* oder den Stammmoosen aus der Familie *Polytrichum,* bei den Filzgräsern, so vor allem bei dem Borstengrase *(Nardus stricta),* bei den Riedgräsern *(Carex)* und Wollgräsern *(Eriophorum)* oder auch bei der gemeinen und Moorhaide *(Calluna vulgaris* und *Erica tetralix),* so wird der von ihnen bedeckte Thonboden zuletzt in einen wahren Schlamm umgewandelt, welcher mit den ihn nach allen Richtungen durchziehenden und nach ihrem Absterben vertorfenden Körperresten der genannten Pflanzenarten, einen morastigen Moorboden darstellt. Wenn dagegen die auf einem thonreichen Boden lebenden Pflanzen zu ihrem Gedeihen von ihrem Standorte viel Wasser verlangen, weil sie viel Wasser verdunsten, dann trocknen sie die Bodenlage, welche von ihren Saugwurzeln durchzogen wird, so weit aus, dass sie zuletzt mässig feucht wird und die Consistenz eines fetten Lehmes annimmt. Bei Weiden, Pappeln und Erlen kann man dieses bemerken, da die Sprösslinge dieser Holzgewächse selbst einen schlammigen Moorboden so weit auszutrocknen vermögen, dass er zu einem Culturboden tauglich wird, wie man unter anderen an den sogenannten „Brüchern“ bemerken kann.

Aber einen noch weit grösseren Einfluss üben die in den Massen eines Thonbodens vorhandenen Ueberreste abgestorbener Organismenreste aus. Sind dieselben rings vom Thon umschlossen, wie dieses in den tieferen Lagen eines thonreichen Bodens der Fall ist, dann fehlen ihnen die zu ihrer vollständigen Verwesung oder Zersetzung nothwendigen Agentien, so vor allen die atmosphärische Luft in Verbindung mit Wärme. Unter diesen Verhältnissen entwickeln sie bei ihrer Zersetzung statt Kohlensäure viel Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas und feinzertheilte Kohle, kurz lauter Stoffe, welche, wie früher schon erwähnt, von dem nassen schlammigen Thone gierig aufgesogen und in seinen Massetheilchen so zusammengepresst werden, dass sie sich zu erdpechartigen Substanzen, d. i. Bitumen, verdichten, welche nun in Verbindung mit den feinzertheilten Kohlenstäubchen die von ihnen erfüllten Thonmassetheilchen bräunlich schwarzgrau färben und bewirken, dass der mit ihnen erfüllte Thon bei starker Erhitzung einen nach Erdpech riechenden Dampf ausstösst und wohl auch eine Flamme bildet. Wenn ein solcher „bituminöser" Thon so umgearbeitet wird, dass Luft und Wärme ihn gehörig durchziehen kann, dann beginnt das ihn durchziehende Bitumen allmählich zu verwesen und kohlensaures Ammoniak aus sich zu entwickeln. Ganz besonders ist dieses der Fall, wenn er mit gebranntem Kalk untermischt wird; denn dieser treibt die verfaulten Organismenreste an, Sauerstoff anzuziehen und mit ihm Kohlensäure zu bilden, mit welcher sich dann der Kalk zu löslichem doppeltkohlensauren Kalk verbindet. Recht deutlich kann man dieses alles an dem von fauligen Wasserpflanzen-Resten ganz durchzogenen „Teichschlamme" beobachten, welcher erst dann fruchtbar wird, wenn er längere Zeit dem Zutritte des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt wird und wohl auch mit Kalkschutt oder Asche untermischt worden ist. — Anders wirken harte, saftlose Organismenreste, so abgestorbene holzige Wurzeln von Bäumen und Sträuchern oder dürre Halmen von grasartigen Gewächsen und Schilfen auf den von ihnen durchzogenen Thon ein; sie zersetzen sich nur sehr langsam und lockern die sie umgebende Thonmasse so, dass sie für die atmosphärische Luft und ihre Wärme zugänglich und in Folge davon wärmer wird und ihr überflüssiges Wasser leichter verdunsten kann. — Auch die in einem Thonboden eingebetteten

Knochenreste und Kalkgehäuse von Thieren lockern denselben und geben ihm dabei noch während ihrer Zersetzung kohlen- und phosphorsauren Kalk, also vortreffliche Nahrung für Pflanzen.

§ 23. Das Wesen der Humussubstanzen. — Unter Humussubstanzen versteht man im Allgemeinen alle auf natürlichem Wege in Zersetzung begriffenen Organismenreste, sowie die während ihrer Umwandlung zum Vorscheine kommenden Zersetzungsproducte, im Besondern aber die kohlenreichen, schwärzlich-krümlichen oder pulverigen Substanzen, welche bei der Verwesung von Pflanzenresten entstehen. Unter den, in der Natur auf die absterbenden Organismensubstanzen einwirkenden und allmählich ihre Zersetzung und Umwandlung in anorganische Substanzen herbeiführenden Potenzen und Agentien machen sich am meisten bemerklich einerseits die atmosphärische Luft, Feuchtigkeit und Wärme und andererseits die in den Pflanzen selbst vorhandenen stickstoffhaltigen Substanzen (z. B. die sogenannten Proteïnstoffe) oder, wo diese fehlen, stickstoffreiche Pflanzen, welche mit den absterbenden Pflanzengliedern in Berührung kommen, wie dieses z. B. der Fall ist bei den Pilzen, welche auf diesen Gliedern ihre Brutstätten anlegen. Diese letzteren liefern die Anregungs- oder Gährungsmittel, durch welche die absterbenden Organismenreste angetrieben werden, sich mit den drei erstgenannten, eigentlichen Zersetzungs- oder Umwandlungspotenzen zu verbinden und die sogenannten Humussubstanzen zu bilden. Die Schnelligkeit indessen, mit welcher sich die Organismenreste, namentlich die Pflanzensubstanzen, von denen hier vorherrschend die Rede ist, zersetzen und die Art und Weise, in welcher sie umgewandelt werden, sowie die Producte, welche sie bei ihrer Zersetzung hervorbringen —, Alles dieses hängt ab einerseits von ihrer chemischen Zusammensetzung und andererseits von der Art und Stärke der auf sie einwirkenden Zersetzungspotenzen. In diesen Beziehungen ist folgendes zu bemerken:

a. Bekanntlich bestehen die Bildungssubstanzen des Pflanzenkörpers ihrer Grundmasse nach entweder nur aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, so die Zellen- und Holzsubstanz, das Stärkemehl, das Gummi (Dextrin) und der Zucker, sowie die aus diesen Stoffen bestehenden Hauptkörperglieder der Pflanzen (z. B. die Blätter, Stengel und Wurzeln), oder aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und



Stickstoff nebst Schwefel oder Phosphor, so Eiweiss, Käsestoff und Kleber, sowie die sie enthaltenden Pflanzenkörperglieder (so namentlich die Früchte, zu denen auch die Pilze gehören, und auch die meisten Wurzeln). Jene ersten, welche man stickstofflose Pflanzensubstanzen nennt, verbinden sich nur schwer mit dem atmosphärischen Sauerstoffe und bedürfen einer Anregung zur Gährung; die zweiten dagegen, welche man stickstoffhaltige Substanzen nennt, verbinden sich sehr leicht mit dem Sauerstoff und bilden dann Substanzen, welche die stickstofflosen zur Gährung und Umwandlung anregen und also Gährungsanreger oder Fermente für die letzteren bilden. Für die Zersetzung des abgestorbenen Pflanzenkörpers sind demnach die viel Stickstoff haltigen Pflanzensubstanzen von der grössten Wichtigkeit. Zu diesen viel Stickstoffsubstanzen enthaltenden Pflanzen gehören vor allen die Pilze, deren in der Luft überall vorhandene, für unser blosses Auge aber unsichtbaren Keimlinge sich auf allen krankhaften und im Absterben begriffenen Körpergliedern der Pflanzen niederlassen und deren Humification befördern, sodann aber auch alle diejenigen Pflanzen, welche in ihren Körpersäften ätzendgiftige, alkaloïdische Stoffe enthalten und sich vorzüglich auf allem Pflanzen- oder auch Thierschutt niederlassen und durch ihre alkaloïdischen Wurzelabscheidungen theils schon während ihres Lebens, theils erst bei ihrer Verwesung die Zersetzung der Pflanzen-Abfälle befördern (— die sogenannten Schutt- oder Düngerpflanzen, z. B. der schwarze Nachtschatten, das Bilsenkraut, die Tollkirsche, das Schöllkraut, der rothe Fingerhut, die Hanfnessel, die Brennnesseln etc. —). Alle diese stickstoffhaltigen Pflanzen entwickeln hauptsächlich bei ihrer eigenen Zersetzung ammoniakalische Substanzen, welche dann in Folge ihrer sehr starken Verbindungsneigung zur Kohlensäure die stickstofffreien, kohlenstoffreichen Pflanzentheile, mit denen sie in innige Berührung treten, antreiben, durch Anziehung von Sauerstoff aus sich heraus Kohlensäure zu entwickeln, und sich hierbei zu zersetzen. Aber die meisten Pflanzen enthalten ausser Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff in ihren Gliedern noch Kali, Natron oder Kalkerde, welche sie in der Form von Salzen während ihres Lebens aus dem Boden in sich aufgenommen haben. Wenn nun die sie enthaltenden Pflanzen sich zu zersetzen beginnen, so treiben diese Alkalien als die stärksten Salzbildungsstoffe

die mit ihnen verbundenen Koblenstoffsubstanzen ebenfalls an, Kohlensäure aus sich zu entwickeln, mit der sie sich dann zu im Wasser löslichen, kohlensauren Salzen verbinden; ja sie zwingen sogar das aus den Stickstoffsubstanzen entstandene, aus Stickstoff und Wasserstoff bestehende Ammoniak, Sauerstoff anzuziehen, um dann mit der — aus der Verbindung ihres Stickstoffes mit dem Sauerstoff entstehenden — Salpetersäure salpetersaure Salze zu bilden. Durch diese wechselseitigen Angriffe der ammoniakalischen Gährungssubstanzen einerseits und der in den Pflanzensubstanzen enthaltenen Alkalien andererseits werden demnach die absterbenden Pflanzenreste um so schneller zersetzt, je mehr Alkalien in ihnen vorhanden sind; alkalienarme oder leere Pflanzenstoffe aber nur unter dem Einflusse gährender Pilze zerstört.

Bemerkung. Man kann diesen ganzen Prozess am Dünger beobachten. Versetzt man nämlich stinkende, Schwefelwasserstoff-Ammoniak entwickelnde Mistjauche tüchtig mit gebranntem Kalk (d. i. Kalkerde) oder Holzasche (d. i. kohlensaures Kali), so wird der hässliche Jauchengeruch und die braune Farbe der Jauche bald verschwinden. Und untersucht man nun die übrig gebliebene, fast farblose Flüssigkeit, so wird man in ihr schwefelsauren (aus der Verbindung des Kalkes mit dem Schwefelwasserstoff entstandenen) Kalk (Gyps) und salpetersaures (aus der Verbindung des Kali mit dem Ammoniak gebildetes) salpetersaures Kali (Salpeter) finden. — Die Bereitung des Schnelldüngers gründet sich auf diesen Prozess.

Die in der eben angedeuteten Weise sich zersetzenden Pflanzensubstanzen nun zeigen sich während ihrer Humifizirung unter dreierlei Formen, nämlich:

1) In der ersten Periode ihrer Zersetzung zeigen sie noch die ganze Körperform der absterbenden Körpertheile, aber dürr, gebräunt und runzelig. Durch die Luftfeuchtigkeit mit Pilzbrut bestreut beginnt ihre Gährung oder Ansäurung.

2) In der zweiten Periode werden sie durch diese Pilze so durchzogen, dass ihre weichen Substanzen erdig zu werden beginnen, dabei sich dunkelbraun färben und stark moderig oder ammoniakalisch riechen, wobei nur noch ihre harten, saftlosen Theile, z. B. bei den Blättern das Nervengerippe, übrig bleiben.

3) In der dritten Periode endlich bilden sie in ihrer ganzen Masse ein fast gleichartiges, krümliches, grauschwarzes Pulver, dessen Masse nun vollends durch die in ihr vorhandenen Alkalien

zersetzt wird, so dass von ihr — in ähnlicher Weise wie bei der Verbrennung — zuletzt nichts weiter übrig bleibt, als die aus ihr entstandenen alkalischen Salze (die sogenannten Aschenbestandtheile).

Diese Humification kann indessen trotz aller reichlich vorhandenen Zersetzungspotenzen gehemmt oder ganz verhindert werden, wenn die Gewebetheile des Pflanzenkörpers von Substanzen so überzogen werden, dass aller atmosphärische Sauerstoff von ihnen abgeschlossen wird. Dies ist z. B. der Fall, wenn erhärtete Kieselsäure, Harz- oder Wachsstoffe oder Gerbstoff die Wände der Pflanzenorgane (namentlich der Zellen) dicht und fest umschliessen, wie man an den Halmen und Borstenblättern vieler Gräser, des Haideholzes oder auch der Torfmoose sehen kann. In diesem Falle beginnen die Pflanzen sich in kohlige Substanz umzuwandeln, welche erst dann weiter humificirt, wenn sie mit Lösungen von Alkalien unter Zutritt von Luft in dauernde Berührung gebracht werden.

b. Es ist im Vorstehenden vorzüglich von dem Wesen der Humification und der Abhängigkeit derselben von den Bestandtheilen der Pflanzenmassen die Rede gewesen. Aber die Art der Zersetzung und ihrer Producte hängt auch ab von der verschiedenartigen Einwirkung der atmosphärischen Wärme, Luft und Feuchtigkeit, wie das Folgende zeigen wird.

1) Zersetzen sich Pflanzen unter dem unausgesetzten Einflusse von mässiger Wärme, Luft und Feuchtigkeit, dann bilden sie zuletzt ein schwarzbraunes, Feuchtigkeit und dabei Wärme in sich entwickelndes, kohlereiches, krümliches Pulver, welches die Eigenschaft besitzt, fortwährend Sauerstoff anzuziehen und Kohlensäure aus sich zu entwickeln, welche sich mit den theils in den Pflanzenresten, theils in den Mineraltrümmern des Bodens vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden zu löslichen kohlensauren Salzen verbindet; die nun die beste Nahrung für die im Boden wachsenden Pflanzen bilden. Der bei dieser Zersetzungsweise von abgestorbenen Organismenresten stattfindende Hergang wird der Verwesungs- oder Humificationsprozess genannt und die durch ihn hervorgebrachten Zersetzungsproducte sind bekannt unter dem Namen des Humus *(Humin)*. Diese eigentliche Humusbildung findet hauptsächlich bei den abgestorbenen

Pflanzenresten auf der Oberfläche eines Bodens statt. Und da, wo sie ungestört vor sich geht, kann man die obengenannten drei Humificationsperioden mit ihren Producten genau unterscheiden, namentlich in einem Laubholzwalde, dessen Laubabfall unberührt liegen bleibt und dann im Verlaufe der Zeit drei über einander liegende Ablagerungen (die diesjährige, vorjährige und übervorjährige) bildet.

2) Wenn sich dagegen abgestorbene Pflanzen bei gewöhnlicher Temperatur und mässiger Feuchtigkeit, aber bei nur geringem, oder zeitweise auch mangelndem, Luftzutritte zersetzen, wie dieses z. B. der Fall ist in den unteren Lagen von dick aufgehäuften Blättern, in alten hohlen Bäumen oder auch im Inneren sich gegen den Zutritt von Luft verschliessender, strengthoniger Bodenmassen, dann bilden sie — unter Entwickelung von weniger Kohlensäure, vielem Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas und bei starkem Stickstoffgehalt auch von vielem Schwefelwasserstoff-Ammoniak — eine rauh anzufühlende, mehr oder weniger erdige, gelbbraune Masse, welche sich dann bei ungehindertem Luftzutritt allmählich dunkelbraun färbt, viel Kohlensäure entwickelt und zuletzt zu wahrem Humus wird. Diese, bei gehemmtem Luftzutritte stattfindende Zersetzung von Organismenresten nennt man den Moder- oder Fäulnissprozess (Ulmificationsprozess), während man die durch ihn erzeugten Producte als faulen Humus, Moder- oder Ulminsubstanz unterscheidet. — Alle stickstoffhaltigen Pflanzen entwickeln bei diesem Fäulnissprozesse einen hässlichen Geruch namentlich nach Schwefelwasserstoff-Ammoniak.

3) Wenn ferner von abgestorbenen Pflanzenresten die Luft ganz abgeschlossen wird, wie dieses der Fall ist in den tiefsten Lagen von hochaufgehäuften und fest zusammengepanzten Düngerhaufen, im Untergrunde von sich gegen die Luft verschliessenden Thonlagern oder auch auf dem Boden von stillstehenden Gewässern, dann entwickelt sich durch die Zusammenpressung, welche die mit Wasser erfüllten Pflanzenreste um so stärker erleiden, je dichter sie zusammengepresst sind, ein Gährungsprozess, bei welchem so viel Wärme frei wird, dass die in Zersetzung begriffenen Pflanzenmassen unter Entwickelung von Wasser, Kohlenoxydgas und vielem Kohlenwasserstoffgase verkohlen und

dann in ihrem verkohlten Zustande die eben erst aus ihnen entwickelten Kohlenwasserstoff- und Kohlenoxydgase wieder in sich aufsaugen, zu erdharzartigen Substanzen (Bitumen) verdichten und fest mit sich verbunden halten. Diese, bei ganz abgeschlossener Luft und unter Hülfe von Wasser vor sich gehende Zersetzung von Pflanzenresten nennt man den Verkohlungs- oder Vertorfungsprozess. — Ein ganz ähnlicher Prozess findet indessen auch bei denjenigen Pflanzen statt, deren Körpermasse innerlich so von erstarrter Kieselsäure oder von harzigen, wachsartigen, gerbstoffhaltigen Substanzen durchdrungen ist, dass der Sauerstoff der Luft nicht zu den kohlen-, wasser- und sauerstoffhaltigen Massen des Zellengewebes gelangen kann, wie dieses z. B. bei den Borstengräsern und Haidearten der Fall ist. Auch sie bilden nur einen dürren, kohligen Humus (den sogenannten Wachs-, Harz- oder Haidehumus).

4) Wenn endlich abgestorbene Pflanzenreste an ganz dürren, von Wasser ganz abgeschlossenen oder nur wenig benetzten Orten (z. B. auf dürren Kalkbergen) dem steten Einflusse der Sonne und der Luft ausgesetzt sind, dann zerfallen sie, nachdem sie alle Feuchtigkeit in ihrem Körper durch Verdunstung verloren haben, ohne sich vorerst weiter zersetzt zu haben, in ein rauhes, schwarzbraunes, kohliges Pulver, welches man staubigen oder auch tauben Humus nennt. Wird diesem unreifen Humus unausgesetzt Feuchtigkeit und Kali oder kalkhaltige Asche zugeführt, so wird er nach und nach durch die Anregung der nach Kohlensäure gierigen Aschenbestandtheile noch in eigentlichen, fruchtbaren Humus umgewandelt.

Während der Zersetzung abgestorbener Pflanzenmassen in Humus- (Humin-), Moder- (Ulmin-) oder Torf-(Geïn-)Substanz entwickeln sich unter der Anregung der im Pflanzenkörper vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden oder auch des, aus ihrem Stickstoff- und Wasserstoffgehalte entstehenden, Ammoniakgehaltes aus dem Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff ihres Körpers die sogenannten Humin-, Ulmin- und Geïn- (oder Torf-) Säuren, welche mit den ebengenannten stark basischen alkalinischen Substanzen sich zu weingelben bis kaffeebraunen, im Wasser meist löslichen humus- oder torfsauren Salzen verbinden, die unter dem Einflusse der Luft sich rasch in kohlensaure

Salze umwandeln. Diese Salze, denen die Jauche der sich zersetzenden Pflanzen ihre braune Färbung verdankt, bilden demnach für die lebende Pflanze gewissermassen die Fleischbrühe der Verwesungssubstanzen. Ihre Entwickelung hört erst mit der vollständigen Umwandlung der letztgenannten Substanzen in Verwesungssäuren oder auch mit dem letzten Verbrauche der in der Humussubstanz vorhandenen alkalinischen Bestandtheile auf, wenn anders ihr nicht auf künstlichem Wege durch Zuleitung von Alkalien oder kalkhaltigen Mineralien oder Asche geholfen wird.

§ 24. Veränderung der Humusmassen und Einwirkung des Mineralbodens auf die Humificationsproducte. — Wenn nun auch nach der eben erwähnten Weise die Zersetzungsproducte der abgestorbenen Pflanzenreste ihren chemischen und physischen Eigenschaften, sowie ihrem Verhalten zur lebenden Pflanzenwelt nach sich verschieden zeigen, so haben sie doch alle das mit einander gemein, dass sie alle während ihres Zersetzungsprozesses viel Wärme, Wasser und Kohlenoxydgas oder Kohlensäure aus sich entwickeln und hierdurch einen grossen Einfluss auf die verschiedenen Mineralbodenarten, namentlich auf deren Erwärmung, Verdunstung, Wasserhaltung und Consistenz ausüben, wie später noch näher gezeigt werden soll.

In der Natur nun bilden diese Verwesungs- und Verkohlungssubstanzen entweder für sich allein oft mächtige, weit ausgedehnte, dauernde Ablagerungsmassen, welche auch so lange noch fortwachsen, als ihnen das ihre Bildungsflora ernährende Wasser nicht zu mangeln beginnt, wie uns die oft ausserordentlich mächtigen Torfablagerungen zeigen; — oder nur mehr oder weniger schnell sich zersetzende Anhäufungen, indem sie unter dem dauernden Einflusse der Luft sich fortwährend verändern und nur dann eine längere Dauer zeigen, wenn ihnen Luft und Wärme entzogen wird oder auch die, ihre Weiterzersetzung herbeiführenden, starkbasischen Alkalien und alkalischen Erden mangeln. Alles dieses ist der Fall bei den eigentlichen Humus- und Modersubstanzen, bei deren starker Anhäufung es sogar vorkommt, dass während die obersten, mit der Luft in steter Berührung stehenden Lagen wirklich humificiren, die unter ihnen lagernden, nicht von der Luft stetig bestrichenen Lagen nur vermodern, und die untersten, immer nass gehaltenen und ganz von der Luft

abgeschnittenen Lagen vertorfen, wie man in Wäldern bei dick aufgehäuften Laubabfällen beobachten kann. Aber die humificirenden Pflanzenreste erleiden auch noch eine Veränderung in ihrer Masse dadurch, dass sie, ähnlich dem Thone, sehr begierig Wasser aufsaugen und in Folge davon bei ihrer Ueberfüllung mit demselben einen äusserst zarten Schlamm bilden, welcher die grösste Verbindungsneigung zu allen Thonsubstanzen besitzt, die sowohl in ihrem ausgetrockneten wie in ihrem schlammigen Zustande ihn ansaugen und so fest mit sich verbinden, dass kein Schlämmen mit einfachem Wasser ihn vom Thon loszureissen vermag, sondern nur noch eine Lösung von Alkalien und alkalischen Erden, welche die Humussubstanzen zersetzen oder auch starkes Erhitzen, durch welches diese Substanzen verflüchtigt werden, sie von ihren Thonbanden frei machen kann; wie der schon genannte Teichschlamm und noch mehr die von Humussubstanzen durchzogene Dammerde beweist. Nur die auf einem solchen humusreichen Boden lebenden Pflanzen vermögen mit Hülfe ihrer Wurzelausscheidungen diese an den Thon gefesselten Humustheile löslich und frei zu machen, um sie dann als Nahrung zu gebrauchen. Ein grosser Theil des von den Flüssen und den Meeresfluthen angeschlämmten Marschbodens, Schlick oder Kley, ist ein solcher von feinzertheilten, thierischen und pflanzlichen, Humussubstanzen durchzogener Thon, Lehm oder Mergel. Indessen ein solcher Boden kann sich auch im Binnenlande mit der Zeit überall da herausentwickeln, wo die Oberfläche des Landes fortwährend mit einer Decke von kräftigen, lebenden Pflanzen versorgt ist, so namentlich in den Laubholzwäldern und Wiesenfluren; denn aus den alljährig absterbenden Körpergliedern dieser Pflanzen entwickeln sich fortwährend Humussubstanzen, welche sich vom Regenwasser schlämmen lassen, dann im Verbande mit diesem abwärts in den mineralischen Erdboden eindringen und hier von den thonigen Gemengtheilen aufgesogen und festgehalten werden. Ein solcher von feinzertheilten Humussubstanzen durchdrungener Erdboden bildet dann auf viele Jahre das Nahrungsmagazin des Bodens. Aber nicht bei allen Bodenarten ist die Dauer dieses Nahrungsmagazins eine gleich lange: Je kalkreicher nämlich ein Boden ist, um so schneller wird der Humus desselben verbraucht, indem der kohlensaure Kalk (— ebenso wie die dem Boden künstlich zugesetzten alkalienreichen

Düngstoffe —) den feinzertheilten Humus des Bodens stark anregt, Sauerstoff anzuziehen, Humus- und Kohlensäure zu bilden und sich dann mit ihm zu löslichem kohlensauren Kalk zu verbinden, welcher sehr begierig von den Pflanzenwurzeln aufgesogen wird. In allem diesem liegt auch der Grund, warum kalkreiche Aecker weit öfter der Düngung mit sogenanntem nassen Dünger bedürfen, als kalkarme oder kalkleere.

Ausser den ihm von der Oberfläche zugeführten Humussubstanzen besitzt jedoch der von Pflanzen bewachsene Boden auch eine andere Quelle für die in ihm sich bildenden Humusmassen. Diese wird von den im Innern des Bodens befindlichen und ihn nach allen Richtungen durchziehenden, abgestorbenen Wurzeln gebildet. Diese Pflanzenreste indessen zersetzen sich viel langsamer als die auf der Oberfläche des Bodens befindlichen krautigen Pflanzenabfälle, einerseits, weil sie härter und holziger sind und andererseits, weil die atmosphärische Luft nicht so rasch und ununterbrochen auf sie einwirken kann.

§ 25. Mengungsverhältnisse der Humussubstanzen mit dem Mineralboden. — Jeder durch den Verwitterungsprozess entstehende Mineralboden wird schon vom Anfange seiner Entstehung an mit Resten von Pflanzen mehr oder weniger durchzogen, da eben dieser Prozess durch die Algen, Pilze und Flechten, welche alle die von den Luftströmungen bestrichenen Oberflächen der Felsmassen mit einer stark wuchernden Decke überziehen, eingeleitet und befördert wird. Durch die später auf einem solchen Verwitterungsboden gesellig wachsenden und denselben oft massenhaft überziehenden Moose und Gräser wird der Verwitterungsboden nach und nach in seinem Bestande und seiner Massenhaftigkeit so vermehrt, dass zuletzt auch Holzgewächse sich auf ihm mit dauerndem Erfolge ansiedeln können. Alle diese höher ausgebildeten, aus deutlich entwickelten ober- und untererdischen Körpergliedern (Wurzel- und Stammgliedern) bestehenden Pflanzen wirken nun in zweierlei Weisen auf den Mineralboden ein. Ihre, auf der Oberfläche des Bodens sich ausbreitenden Körperglieder stehen in ununterbrochener Berührung mit der Lufttemperatur und den Atmosphärilien; bei ihrem Absterben verwesen sie — zumal da sie vorherrschend von krautiger Natur sind — leichter und schneller zu wahrem, aus sich heraus lösliche kohlensaure Salze und auch

freie Kohlensäure entwickelndem Humus, als die im Innern des Erdbodens befindlichen und mehr oder weniger von der Luft abgeschlossenen, härteren, mehr holzigen Glieder des Wurzelkörpers, welche eben wegen spärlichen Luftzutrittes nur langsam vermodern und dabei vorzüglich ammoniakalische Substanzen oder auch phosphorsaure Salze entwickeln. — Jene ersten, den Boden bedeckenden, schnell und vollständig verwesenden Pflanzenglieder bilden zunächst eine den Mineralboden warm und doch auch feucht haltende Decke, deren untere Lage das Keimbett für die in den Pflanzensamen sich entwickelnden Sprösslinge, zugleich aber auch die Mutterbrust für diese letzteren darstellt, während ihre obere, lockere, trockene, von stehender Luft erfüllte Lage die jungen Keimpflanzen gegen die Unbilden der Witterung schützt; sodann aber auch das Hauptnahrungsmagazin der Gegenwart, welches den über dem Boden hervortretenden grünen Pflanzengliedern, namentlich den Blättern, fortwährend die ihnen so unentbehrliche Feuchtigkeit und Kohlensäure spendet und die im Wasser löslichen oder schlämmbaren Humussubstanzen erzeugt, welche vom Regenwasser abwärts dem Boden zugeleitet und hier theils zur augenblicklichen Ernährung der Pflanzenwurzeln, theils zum Aufschluss oder zur Löslichmachung der noch unzersetzten Bodengemengtheile dienen, theils auch von den thonigen Substanzen des Bodens aufgesogen und für spätere Zeit als Reservenahrungsmagazin aufgespeichert werden, theils aber auch die Gährungsmittel (oder Hefe), durch welche die im Boden vorhandenen, abgestorbenen Wurzeln zur Verwesung angeregt werden, bilden. —

Die im Inneren des Bodens vorhandenen Wurzelreste dagegen bilden, wie oben schon angegeben, zunächst ein Lockerungsmittel zumal für die thonreichen Bodenmassen, durch welches denselben atmosphärische Luft und Wärme, überhaupt ein Luftwechsel zugeführt wird; sodann aber auch das Hauptnahrungsmagazin der Pflanzen für die Zukunft, indem sich aus ihnen bei ihrer allmählichen, — hauptsächlich unter der Anregung der von Aussen her zu ihnen gelangenden und in Gährung befindlichen Humusbrühen befördernden Zersetzung (Vermoderung) namentlich die für die Pflanzenernährung so wichtigen phosphor-, kohlen- und salpetersauren Ammoniaksalze entwickeln,

welche nun ebenso wie die Salze der Humussubstanzen theils gleich nach ihrer Entstehung von den lebenden Wurzeln, theils von den thonigen Bodensubstanzen aufgesogen werden (woher auch der ammoniakalische Geruch rührt, welchen alle Thonsubstanzen beim Anhauchen oder Erwärmen ausstossen). Aber die tiefer in den Boden, oft sogar in den meist steinigen Untergrund desselben eindringenden Wurzeln wirken auch zersetzend auf seine Mineralmassen ein und schaffen aus ihnen allmählich neue Erdkrume und frische Nahrungssalze, welche dann, wenn in den oberen eigentlichen Nahrungsschichten des Bodens Mangel eintritt, durch das Bodenwasser in die Höhe geleitet werden, um diesen Mangel wieder auszufüllen.

So lange nun die Natur nicht in ihrem Wirthschaftsplane gestört wird, sorgt sie stets dafür, dass der Boden die eben angegebenen beiden Ablagerungen von Humussubstanzen ununterbrochen erhält, so dass man bei einem solchen Boden

1) eine obere, die Bodendecke bildende, nur aus Humussubstanzen bestehende *Humusschichte;*

2) eine mittlere, aus einer Mischung von Humus und Mineralboden bestehende *Moder-* oder *Ernährungschichte;* und

3) eine untere, vorherrschend aus Mineralboden bestehende *Rohbodenschichte* unterscheiden kann.

Wenn aber Wasserfluthen die Masse eines solchen Bodens von seiner Lagerstätte wegschwemmen und während ihres Transportes durcheinander rühren, dann zeigt sie bei ihrer neuen Ablagerung diese beiden Humuslagen in bunter Vermischung sowohl unter sich, wie mit dem Mineralboden. Und ebenso wird durch die cultivirende Hand des Menschen eine solche Mischung herbeigeführt, so dass man nur zwei Bodenschichten, nämlich:

1) eine obere, aus einer Mengung von Humus oder Moder mit Mineralkrume bestehende *Vegetations-* oder *Culturschichte,* und

2) eine untere, vorherrschend aus Mineralboden bestehende *Rohbodenschichte* findet.

§ 26. Einfluss der vegetabilischen Zersetzungssubstanzen auf die Natur der Mineralbodenarten. — Wie früher schon mitgetheilt worden ist, so entwickeln alle abgestorbenen vegetabilischen Substanzen während ihrer Zersetzung viel Wärme, Wasser und Kohlensäure. In Folge davon müssen sie zweierlei Einfluss auf den sie

umschliessenden Mineralboden ausüben, nämlich einen physischen, insofern sie den letzteren lockern, erwärmen und feucht halten, und einen chemischen, insofern sie die noch in ihm vorhandenen unzersetzten Mineralreste durch die sich aus ihnen entwickelnden Säuren oder Salzbasen zersetzen und löslich machen. Unter diesen zweierlei Einflüssen jedoch ist die Einwirkung, welche die vegetabilischen Zersetzungsmassen auf die physischen Eigenschaften eines Bodens ausüben, vorzüglich beachtungswerth; denn von ihnen hängt vorherrschend sein Verhalten gegen die Pflanzenwelt ab. In dieser Beziehung ist namentlich folgendes zu bemerken:

1) Krautige, saftreiche Pflanzenglieder, wie namentlich flache, breite, zellengewebereiche Blätter, Knollen und fleischige Pilze, entwickeln bei ihrer Verwesung viel Wärme und viel Wasser und halten das letztere auch fest, zumal wenn sie, wie die flachen breiten Blätter, mehr oder minder zusammenhängende Lagen auf oder in dem Boden bilden. Diese Pflanzenreste werden daher

a. einen mehr oder weniger bindungslosen, sich stark erhitzenden und das ihn befeuchtende Atmosphärenwasser schnell wieder verdunstenden Boden physisch verbessern, indem sie ihn bindiger machen, seine Wasserhaltungskraft verstärken und gegen zu starke Erhitzung schützen. Alles dieses ist namentlich der Fall, wenn ein solcher Boden sich in einer sonnigen, luftreichen Lage befindet; dagegen können sie ihn auch pfuhlig und moorig machen, wenn er an schattigen, recht feuchten Orten lagert, weil sie alsdann einen geeigneten Standort für die Torf erzeugenden Sumpfmoose schaffen. Alles dieses ist namentlich der Fall bei recht sandigen Bodenarten; bei recht kalkreichen Bodenarten dagegen kommt eine solche Vermoorung nicht vor, weil dieselben allen moorbildenden Gewächsen abhold sind und eben durch ihren Kalkgehalt die vollständige Zersetzung der Verwesungssubstanz beschleunigen.

b. Auf einem stark bindigen, sich gegen die Luft verschliessenden, die Nässe festhaltenden und darum kalten Boden, wie dieses bei den thonreichen Bodenarten der Fall ist, werden dagegen die saftreichen, viel Wasser entwickelnden, stets nassen Pflanzen-Verwesungsmassen, zumal wenn sie in grosser Menge

vorhanden sind, stets eine Verpfuhlung oder auch Vermoorung herbeiführen, weil sie die moorbildenden Moose und Gräser herbeilocken.

2) Holzige, saftlose, von erhärteter Kieselsäure, Gerbstoff oder harzig-wachsartigen Substanzen durchdrungene Pflanzenglieder, wie z. B. die Halme und Borstenblätter vieler grasartigen Gewächse, die Nadeln der Kiefern, die Stengel und Wurzeln der Heidegewächse, verwesen um so langsamer, je trockener ihr Lagerort ist und geben dann eine dürre, kohlige, Wasser wenig anziehende und in sich auch nur wenig entwickelnde Masse. Diese abgestorbenen Pflanzenmassen werden daher

a. sehr lockere, zur Erhitzung und Austrocknung geneigte Bodenarten, wie z. B. den Sand-, Kalk- und eisenschüssigen Lettenboden, zumal in sonnigen und luftigen Lagen, nicht verbessern, sondern womöglich noch magerer und dürrer machen;

b. dagegen sehr bindige, sich gegen die Luft verschliessende, stets nasse und kalte Bodenarten, wie z. B. den strengen Thonboden, locker machen, der Luft aufschliessen, erwärmen und zur Verdunstung seines überschüssigen Wassers anregen, und dabei selbst leichter verwesen.

3) Feinzertheilte, pulverige, mehr oder weniger kohlige, meist auch von Kohlenwasserstoffsubstanzen (Bitumen) durchdrungene, vegetabilische Zersetzungsmassen, wie sie namentlich auf dem Grunde von Sümpfen und stehenden Gewässern aus den in diesen letzteren lebenden und absterbenden Krautgewächsen (Schilfen, Gräsern, Algen u. s. w.) entstehen, werden durch die Fluthungen des Wassers mit den sandigen und thonigen Schlammmassen des letzteren so zusammengequirlt, dass sie zuletzt eine innige, gleichmässig gemengte, schwarzgraue, von Wasser durchdrungene, aufgequollene Schlammmasse (den sogenannten „Teich- oder Wasserschlamm“) bilden.

a. Besteht nun dieser Schlamm vorherrschend aus feinen Sandkörnchen, so zerfällt er beim Austrocknen an der Luft in feinpulverige Massen, welche sehr leicht in Folge ihrer dunkeln Farbe sich stark erhitzen und dann der weiteren Zersetzung ihrer kohligen Bestandtheile lange widerstehen. Sandreiche Bodenarten mit diesem Teichschlamme untermischt erscheinen daher nur

an schattigen oder feuchten Lagerorten bindig, mässig warm und feucht.

b. Besteht dagegen dieser Wasserschlamm vorherrschend aus thoniger oder lehmiger Erde, so bildet er beim allmählichen Austrocknen an der Luft ein warmes, mässig feuchtes, krümliches Gehäufe, dessen Humustheile, wie früher schon angegeben worden ist, von den thonigen Gemengtheilen so festgehalten werden, dass sie sich unter dem Einflusse der Luft nur sehr langsam zersetzen und in dieser Weise auf lange Jahre hin ihren mineralischen Bodenbestand fruchtbar erhalten.

II. Abschnitt.

Nähere Beschreibung der Bodenarten.

§ 27. Zusammenstellung der Mineral- oder Rohbodenarten nach ihrem Hauptgemengtheile. — Aus allem, was bis jetzt über die mineralische Zusammensetzung des Erdbodens mitgetheilt worden ist, ergibt sich, dass jeder wahre Erdboden, welcher einen dauerhaften Wohnsitz und nachhaltigen Ernährer für das Pflanzenreich bilden soll, Thon zum charakterisirenden Gemengtheil besitzen muss, weil nur dieser im Stande ist, die für die Masse eines jeden Erdbodens so bezeichnende Erdkrumenbildung hervorzubringen. Je nach der in einem Boden vorhandenen Menge des Thones einerseits und der Art und Menge der mit dem Thone untermengten Mineralreste andererseits lassen sich nun folgende Bodenarten aufstellen:

A. Kalklose Bodenarten, welche als Pulver mit Säuren (z. B. mit Salzsäure) betropft auch nach längerem Stehen keine Luftblasen ausstossen.		**B. Kalkhaltige Bodenarten,** welche als Pulver mit Säuren (z. B. Salzsäure) betropft mehr oder weniger stark und schnell aufschäumen.	
I. Thon, rein oder in oberflächlicher u. ungleichmässiger Untermengung mit grobem Sand oder Steintrümmern; nass, kalt, klebrig; beim Austrocknen berstend: *Fetter Thon* oder *Knick.*	II. Thon in inniger und gleichmässiger Untermengung mit feinerem u. gröberem Sand; mässig feucht, nicht klebrig; krümlich; beim Austrocknen nicht berstend und hart werdend: *Magerer Thon (Lehm* und *Letten).*	I. Thon in oberflächlicher und ungleichmässiger Untermengung mit kohlensaurem Kalk. Nicht überall in seiner Masse mit Säuren aufschäumend: *Kalkthon, Kalklehm, Kalkletten.*	II. Thon in inniger und gleichmässiger Untermischung mit kohlensaurem Kalk; in seiner ganzen Masse mit Säuren gleichmässig aufschäumend: *Mergel.*

A. Die Rohbodenarten.

I. Kalklose Bodenarten.

A. Eigentlicher oder fetter Thonboden.

§ 28. Der fette Thonboden (Knick oder knatzige Thon) ist unter allen thonhaltigen Bodenarten das reinste Abschlämmungsproduct von Schlamm führenden Gewässern und zeigt seine Ablagerungen darum auch nur an solchen Orten in aller Reinheit, in denen die Gewässer nach vollständiger Absetzung auch ihrer feinsten Mehlsandtheile nur noch Thonschlammtheilchen in sich schwebend enthalten und diese dann theils bei ganz ruhigem Stillstande theils — und zwar hauptsächlich — bei der Verdunstung ihrer Wassermasse zu Boden sinken lassen. Seine Hauptlagerstätten befinden sich daher vorzüglich in gegenwärtig ganz ausgefüllten Seenbecken, namentlich im Centrum derselben, oder auch im Innern ehemaliger tief einschneidender Uferbuchten, theils auch auf den niederen, sich flach ausbreitenden, Ufergeländen da, wo noch gegenwärtig schlammhaltige Wasserfluthen dieselben auf weite Strecken hin von Zeit zu Zeit überschwemmen und dann auf den, vom Ufer entfernter liegenden Strecken derselben ihre Wasser verdunsten lassen, wie dieses z. B. in den Strom- und Seemarschländereien der Fall ist. Zu den im Innern von ehemaligen Seen oder auch Meeren befindlichen Thonablagerungen gehören unter anderen auch die oft sehr mächtigen Thonzwischenschichten der verschiedenen, muthmasslich in ehemaligen Binnenmeeren entstandenen Sandstein-, Kalk- und Braunkohlenformationen. Indessen ist die Bestandesmasse dieser Seethonablagerungen gewöhnlich mehr oder weniger verunreinigt durch erst später in sie von den Wasserfluthen eingeschlämmte Thier- und Pflanzenreste, oder durch fein zertheilten Sand oder auch durch oft den Thon nach allen Richtungen hin durchdringende, grössere und kleinere Kalktrümmer, welche nicht selten sogar den Thon mergelig machen. Am reinsten noch erscheinen diejenigen Thonablagerungen, welche die mittleren Gebiete der breiten Auen oder Thäler des Schwemmlandes (Di- und Alluvium) unmittelbar unter dem Wiesen- und Culturlande einnehmen. Und diese Thonmassen zeigen oft vollständig die



schon im § 20 erwähnten physischen Eigenschaften der Thonsubstanz im Allgemeinen. — In Folge dieser Eigenschaften nun bildet der strenge Thonboden im Allgemeinen keinen günstigen Wohnsitz für die Pflanzenwelt. In schattigen, feuchten oder von dunstreichen Luftströmungen beherrschten Lagen bildet er zumal bei beckenförmiger Ablagerung gewöhnlich einen Schlammpfuhl, in welchem nur Sumpf- und Wasserpflanzen, überhaupt nur Pflanzen mit tiefeindringenden zähen Pfahlwurzeln und langen, vielfach verzweigten, mit Saughaaren dicht besetzten, wagrecht den schlammigen Boden weit und breit durchziehenden, Wurzelästen auf die Dauer gut gedeihen können; an sonnigen, luftigen oder von austrocknenden Luftströmungen beherrschten Orten dagegen trocknet er so aus, dass seine Masse, wie im § 20 schon angedeutet worden ist, ein Aggregat von steinharten Scherben, Schollen und Knollen darstellt, welches bei seiner Entwickelung die Wurzeln der den Boden bewohnenden Pflanzen zerreisst oder so zusammenquetscht, dass sie absterben müssen, ausserdem aber auch die Pflanzenwurzeln in ihrem Wachsthume hemmt. — Kein Boden macht darum auch dem Pflanzenzüchter bei der Cultivirung mehr zu schaffen als der strenge Thonboden und er muss „zur Bestellung desselben“ die Zeit wahrnehmen, in welcher er grade mässig durchfeuchtet und grobkrümlich erscheint, wie dieses z. B. der Fall ist, wenn nach kaltem Winter ein trockner, warmer Frühling das zu Eis erstarrte Bodenwasser rasch zur Verdunstung bringt, so dass die einzelnen Bodenmassetheile sich krümlich absondern können. In trockenen warmen Sommern aber erscheint er in Folge seiner grossen Wasserhaltungskraft immer feucht und darum für die auf ihm wachsenden Pflanzen fruchtbarer als alle anderen Bodenarten, wenn er zur rechten Zeit bestellt und mit Strohdünger (— sogenanntem langen Dünger —) versorgt worden ist.

B. Sandigthonige oder lehmartige Bodenarten.

§ 29. Allgemeiner Charakter. — Alle hierher gehörigen Bodenarten sind ihrem mineralischen Hauptbestande nach mehr oder weniger deutliche Gemenge von gemeinem, ockergelbem oder Eisenoxydhydrat haltigem Thon mit — in der Regel kalklosem — Sand, enthalten aber ausserdem noch häufig zarte,

meist sehr kleine Glimmer- oder Eisenglanzschüppchen, hanf- bis erbsengrosse Gruskörner und grössere Gesteinstrümmer verschiedener Art.

Die für diese Bodenarten charakteristischen Sandarten sind in der Regel je nach der Grösse ihrer Körner von dreierlei Art, nämlich:

1) grober, hirse- bis hanfkorngrosser, theils abgerundeter, theils eckiger, vorherrschend aus Quarz bestehender, oft aber auch aus mehr oder weniger Feldspat-, Hornblende- oder Augitkörnern bestehender Sand, welcher meist schon mit dem blossen Auge erkennbar ist und beim einfachen Umschütteln des Bodens mit kaltem Wasser von dem Thongemenge abgeschieden werden kann;

2) kleiner, mohnsamen- bis rapssamengrosser, gewöhnlich abgerundeter, vorherrschend aus Quarz bestehender, nicht selten aber auch Kalksplitterchen von Schnecken- und Muschelschalen (— also von Kalk —) haltiger Sand, dessen einzelne Körnchen gewöhnlich von einer zarten Thonrinde oder auch Humusschale umschlossen sind, so dass sie sowohl unter sich wie mit der Thonmasse des Bodens einen festeren Zusammenhalt zeigen und in Folge davon erst nach längerer Untermischung mit warmem Wasser und oft wiederholtem Umrütteln von dem letzteren abgeschieden werden können; übrigens noch erkennbar ist, sich auch beim Reiben zwischen den Fingern noch fühlen lässt und eine Glastafel beim Reiben angreift und feinrissig macht;

3) sehr feinpulveriger oder mehlartiger Sand (Mehlsand oder Steinmehl), dessen einzelne Stäubchen ganz von der Thonmasse umschlossen und so innig mit den einzelnen Massetheilchen der letzteren verschmolzen oder verwachsen sind, dass sie ganz unsichtbar und unfühlbar sind, auch eine Glastafel nicht scheuern und durch blosses Schlämmen mit kaltem oder nur lauwarmem Wasser gar nicht von der mit ihnen verwachsenen Thonmasse abgetrennt werden können, sondern erst dann von der letzteren losgeschieden werden, wenn sie lange Zeit mit Wasser gekocht oder auch mit einer heissen Lösung von kohlensaurem Natron oder Kali behandelt werden.

Unter diesen verschiedenen Sandarten spielt der Mehlsand die wichtigste Rolle bei der Bildung der lehmartigen Bodenarten. Wie nun aber bei der Beschreibung der Sandarten im Allgemeinen (§ 17) schon erwähnt worden ist, so sind zwei Arten desselben je nach seiner Entstehung und seinen Eigenschaften zu unterscheiden. Die eine Art desselben entsteht schon bei der Zersetzung der kieselsauren Mineralien aus der hierbei freiwerdenden und im Wasser auflöslichen Kieselsäure, welche gleich bei ihrer Freiwerdung von dem bei diesem Zersetzungsprozesse ebenfalls entstehenden Thone so lange aufgesogen wird, bis jedes Thonmassetheilchen ein Quantum empfangen hat und beim Austrocknen des Thones zu Kieselmehl erstarrt, welches so fest und innig mit der Thonmasse verbunden bleibt, dass es nur durch die chemische Einwirkung von kohlensaurem Natron oder Kali von dem Thone abgeschieden werden kann und dann mit diesen Alkalien lösliches kieselsaures Natron oder Kali — ein für zahlreiche Pflanzen, so namentlich für alle grasartigen Gewächse, höchst wichtiges Nahrungsmittel — bildet. Diese Art von Mehlsand, welche Kieselmehl genannt werden kann, ist wohl vom Anfange an in jedem Thone vorhanden; sie wird aber im Verlaufe der Zeit durch die kohlensauren alkalienhaltigen Verwesungsstoffe der auf einen Thon- oder Lehmboden wachsenden und absterbenden Pflanzen so weit ausgelaugt, dass aus einem anfangs kieselmehlreichen Thon oder Lehm gemeiner, kieselmehlleerer, Boden werden kann, welcher den auf ihm wohnenden Pflanzen, z. B. den Gräsern, nicht mehr das ihnen nöthige Quantum von Kieselsäure gewähren kann. Durch diese Beimischung von Kieselmehl verliert der gemeine Thon viel von seiner Fettigkeit, Klebrigkeit und ungleichmässigen Zusammenziehbarkeit beim Austrocknen, aber nur wenig von seiner Formbarkeit, wie man bei dem sogenannten mageren Thone bemerken kann. — Anders aber ist es mit dem gewöhnlichen Mehlsand. Dieser, welcher nicht bloss aus Kiesel- oder Quarzkörnern, sondern auch aus Feldspat-, Hornblende- und Glimmerpulver, ja bisweilen auch aus Kalk besteht, ist ein Zerreibungsproduct von Gesteinstrümmern, welche durch stark bewegtes Wasser unaufhörlich an einander gerieben und dadurch abgeschliffen worden sind. Wird dieser Mehlsand vom Wasser mit Thonschlammtheilen lange und anhaltend in quirlender

Bewegung untermischt, so überzieht sich zuerst jedes Sandstäubchen mit einer Thonrinde, dann aber ziehen sich die einzelnen überrindeten Mehlkörnchen einander fest und innig an und bilden nun kleine Krümel, deren jedes aus einem gleichmässigen Gemische von Sandmehl und Thon besteht, die hierdurch sich entwickelnde Erdmasse bildet alsdann bei ihrem Niederschlage eine gleichmässige und innige Mischung von Thon und Mehlsand, die sich schon bei anhaltendem Kochen mit Wasser zertrennen lässt und die Grundsubstanz des Lehmes oder den fetten Lehm darstellt.

Wenn nun endlich diese Mischung von Thon, Kieselmehl und Mehlsand durch das Wasser auch noch mit grobem Sande untermengt wird, so entsteht aus der Lehmsubstanz theils eigentlicher Lehmboden, theils Löss, theils Letten, wie im folgenden Paragraph näher gezeigt werden soll.

Vorkommen im Allgemeinen. — Sieht man von dem, aus der Verwitterung feldspathaltiger, krystallinischer Felsarten entstandenen, gewöhnlich mit un- oder halbverwitterten Steintrümmern untermengten und noch in der nächsten Umgebung seiner Muttergesteine lagernden Verwitterungslehm ab, so sind alle hierher gehörigen Bodenarten, selbst die aus dem Zerfallen bindemittelreicher, feinkörniger Thonsandsteine entstandenen Erdmassen, als Schlämmproducte von Thon und Sand führenden Gewässern zu betrachten. Wenn diese Gewässer in tief ins Uferland eingeschnittene, in ihrem Hintergrunde weit ausgehöhlte und mit schmalem Eingange versehene Buchten eindrangen und dann durch fortwährend nachströmende Fluthen in eine dauernd quirlende Bewegung versetzt wurden, so wurden ihre Thonschlammtheile mit ihrem Sandgehalte so innig vermischt, dass sie am Ende bei ihrem Niederfalle die obengenannten Bodenmassen bildeten. Ganz dasselbe geschah aber auch, wenn solche mit Thon und feinem Sand beladene Gewässer ihre flachen Ufergelände überflutheten und dann nicht in ihr Fluthbett zurückkehrten, sondern ihr Wasser allmählich verdunsten liessen. Und ebenso lehrt die Erfahrung, dass, wenn Luftströmungen den Dünensand, dessen einzelne Mehlsandkörnchen gewöhnlich mit einer feinen Thonrinde umschlossen sind, in Wasserbecken treiben, aus diesem Sande sich mit der Zeit lehmartige Bodenmassen entwickeln können.

Aus allen diesen Erfahrungen folgt, dass die hierher gehörigen Bodenarten theils in den Buchten- und Thalgebieten sehr feinkörniger, bindemittelreicher Sandsteine, theils in dem Hintergrunde von weiten buchtenförmigen Thalgebieten namentlich an solchen Stellen lagern, zu denen gegenwärtig das Wasser von Flüssen nicht mehr gelangen kann.

§ 30. Eintheilung der lehmartigen Bodenarten. — Die im vorigen Paragraph allgemein charakterisirten lehmartigen Bodenarten lassen sich nun nach ihren Beimengungen und Lagerstätten eintheilen:

a. in Verwitterungslehmboden, welcher aus der Verwitterung oder Zerfallung von Felsarten entstanden ist und noch in der nächsten Umgebung seiner Bildungsfelsarten lagert. Je nach der Art dieser letzteren ist von ihm wohl zu unterscheiden:

1) der aus krystallinischen Felsarten (z. B. aus Gneiss, Granit, Glimmer- oder Urthonschiefer, Felsit u. s. w.) entstandene Lehm, welcher noch mehr oder weniger zahlreiche, grössere oder kleinere Gruskörner und Trümmer seiner Mutterfelsart enthält, die bei ihrer allmählichen Zersetzung nachhaltig, im Wasser lösliche kiesel- und kohlensaure Alkalien entwickeln, weshalb seine Masse auch reich an Kieselmehl ist; und

2) der aus klastischen Felsarten entstandene Lehm, welcher meist ganz frei ist von Gesteinstrümmern und Kieselmehl, wenn er aus der Zerfallung von feinkörnigen Sandsteinen und Schieferletten hervorgegangen, oder verwitternde Felstrümmer und dann auch Kieselmehl umschliesst, wenn er aus gemischten Conglomeraten gebildet worden ist. Der letztere schliesst sich demnach dem unter 1) genannten Verwitterungslehm an.

b. in Schlämmlehmboden, welcher aus der Zusammenschwemmung von Thon mit Sand entstanden ist, und in Folge seines Transportes durch das Wasser seine im Wasser löslichen alkalischen Salze und Säuren mehr oder weniger verloren hat und darum arm an Pflanzennahrmitteln und folglich auch an Kieselmehl ist. Von ihm sind nun weiter je nach ihrem Bestande zu unterscheiden:

1) der *fette Lehm (Grundlehm* oder *magere Thon z. Thl.):* Ein inniges Gemenge von gelbbraunem (viel Eisenoxydhydrat haltigem) Thon mit Kieselmehl und mehr oder weniger Mehlsand. — Etwas fettig anzufühlen, am Fingernagel

gerieben sich glättend und eine etwas spiegelnde Fläche bildend; im feuchten Zustande sich zwischen den Fingern stark breit drückend, ohne zu zerbersten, aber nicht in dünne Stengel auswalzbar; überhaupt nur grobformbar. — Im austrocknenden Zustande krümlich und wenig oder nicht zerplatzend. — Unter dem Einflusse von Verwesungssubstanzen viel lösliches kieselsaures Kali entwickelnd und darum namentlich in sonnigen Lagen die Hauptheimath der Kieselpflanzen, so vorzüglich der grasartigen Gewächse (z. B. der guten Wiesengräser), sowie der Eschen, Ulmen und Eichen bildend.

Bei Aufnahme von gröberem, fühlbarem Quarzsand und Grus in den *eigentlichen Lehmboden* oder auch bei Aufnahme von Quarzsand und Glimmer-, Eisenglanz- oder Kohlenschüppchen in den *Letten* übergehend.

2) Der *gemeine Lehmboden:* Ein Gemenge von fettem Lehm mit mehr oder weniger fühlbarem, feinerem oder gröberem Quarzsand und Gruskörnern. Beim Schlämmen mit Wasser zweierlei Sand zeigend, nämlich zunächst einen nur oberflächlich beigemengten, schon durch kaltes Wasser abschlämmbaren, gewöhnlich gröberen, sodann einen innig mit der Lehmsubstanz gemengten und nur mit heissem Wasser losreissbaren, feineren Sand.

3) Der *Letten:* Ein eigenthümliches Gemenge theils von gemeinem, gelbbraunem oder rothbraunem, eisenschüssigem Thon theils von Lehm mit deutlich fühlbarem Sand, sehr kleinen Glimmer- oder Eisenglanzschüppchen und oft auch äusserst zarten Kohlenhäutchen. Aeusserlich bald einem eisenschüssigen Thon-, bald einem sandigen Lehmboden ähnlich, aber dadurch unterschieden, dass er sich mager anfühlt, dass angesogene Wasser leicht verdunsten lässt, also leicht zur Erhitzung geneigt ist und beim Austrocknen in eckige Stückchen und in Folge seines Glimmer-, Eisenglanz- oder Kohlengehaltes in Schieferchen zerfällt, die erst nach längerer Anfeuchtung in eine lockerkrumige, wenig anklebende Erde zerfallen. Nur wenig knetbar; bei tüchtigem Umrühren mit heissem Wasser seinen Glimmer- oder Eisengehalt und ebenso seinen gröberen Sand abscheidend und dann einen anklebenden Thonschlamm bildend. Bei vorherrschendem Glimmer durch die allmähliche Zersetzung desselben lösliche kiesel- und kohlensaure Salze des Kali, Natron und der Magnesia, aber nur selten merkliche Mengen von Kalk producirend. In Folge

seiner leichten Erhitzung und Wasserverdunstung nur an schattigen Orten seine volle Fruchtbarkeit zeigend.

Je nach seinen vorherrschenden Beimengungen unterscheidet man von ihm:

a. *Glimmerletten,* welcher namentlich sehr viele silberweisse, eisenschwarze, dunkelbraune oder auch messinggelbe Glimmerschüppchen enthält und darum an der Sonne stark glitzert. In der Regel gelbbraun oder auch gelblich rothbraun; gelbbraun, wenn er silberweissen Kaliglimmer; rothbraun, wenn er kaliarmen, aber Magnesia oder eisenoxydreichen Magnesia- oder Eisenglimmer enthält. Der kaliglimmerhaltige, gelbbraune ist mässig warm, stets feucht, ja an schattigen Orten zur Versumpfung geneigt; der magnesia- oder eisenglimmerhaltige, rothbraune dagegen ist an sonnigen Orten leicht zur Ausdürrung geneigt und nicht so fruchtbar als der erstere. — Hauptsächlich im Gebiete der glimmerreichen Felsarten, so des Gneisses, Glimmer- und Thonschiefers.

b. *Eisenschüssiger Letten,* welcher reich an Eisenglimmer- und Eisenglanzschüppchen ist und darum eine intensiv rothbraune Farbe besitzt. Dem Glimmerletten äusserlich ähnlich und sich diesem letzteren in seinen Eigenschaften nähernd, aber, zumal wenn er statt Glimmer Eisenglanz enthält, viel unfruchtbarer. Vorzüglich im Gebiete des Eisenglimmers, rothbraunen Thonschiefers und eisenschüssigen Schieferthons. In der näheren Umgebung von Kalkbergen oft Kalk und im Verbande mit krystallinischen Feldspatgesteinen auch lösliche kieselsaure Alkalien spendend, sonst aber wegen seiner leichten Erhitzbarkeit nur in schattigen oder feuchten Lagen fruchtbar.

c. *Kohliger* oder *schwarzer Letten:* Ein inniges Gemenge von Lehm oder Glimmerletten mit feinzertheilten, kohligen oder bituminösen Organismenresten und darum an der Luft namentlich bei starker Erhitzung verbleichend und gelb- bis rothbraun, ja bei langem Glühen glänzend eisenschwarz werdend. Vorzüglich im Gebiete der Steinkohlen- und Braunkohlenformation aus den Kohlenschiefern entstehend, aber auch in den oberen Lagen der Grauwackeformation und endlich auch im Gebiete alter ausgetrockneter Seenbecken aus dem ehemaligen Teichschlamme entstehend. Im Uebrigen vergleiche weiter hinten unter B. die humosen Bodenarten.

4) *Der sandigthonige* und *thonigsandige Boden:* Ein oberflächliches Gemenge von Thon mit deutlich fühlbarem, vorherrschend aus Quarzkörnern bestehendem Sand, welches sich im angefeuchteten Zustande zwischen den Fingern nur wenig formen lässt und sich überhaupt je nach der Menge des Sandes in seinen physischen Eigenschaften bald mehr dem lehmigen, bald mehr dem eigentlichen Sandboden nähert, so dass man von ihm unterscheiden muss:

a. den *sandigthonigen Boden,* welcher aus einer oberflächlichen, ungleichmässigen Mengung von 40 bis 50 Procent fühlbaren und schon durch kaltes Wasser abschlämmbaren Sandes mit Thon besteht und sich in seinen Eigenschaften dem gemeinen Thonboden nähert und wie dieser begierig Wasser ansaugt, aber in Folge seines Sandgehaltes dasselbe auch leichter wieder verdunstet und darum wärmer und lockerer in seiner Masse erscheint. Bei mässiger Durchfeuchtung in sonniger und luftiger Lage locker krümlich und dem Lehm ähnlich, aber bei vollständiger und rascher Austrocknung berstend und zur Knollenbildung geneigt; in feuchter beckenförmiger Lage dagegen leicht schlammweich werdend, seinen Sandgehalt sinken lassend und dann in seinen tieferen Lagen sandreiche Absonderungen zeigend. — In seiner Pflanzenproductionskraft sich dem Lehme nähernd. — Vorherrschend im Gebiete bindemittelreicher Sandsteine namentlich an den unteren Gehängen sanft gewölbter Berg- und Hügelzüge, aber auch in den breiten von Flüssen durchzogenen Muldenthälern des Hügellandes;

b. den *thonigsandigen Boden (Sandboden),* welcher aus einer oberflächlichen Mengung von 60—85 Procent Sand mit Thon besteht, sehr zur Erhitzung und Verdunstung geneigt ist und darum in sonniger, luftiger Lage leicht ausdürrt und dann in ein fast bindungsloses, staubiges Erdreich zerfällt, welches indessen die gute Eigenschaft besitzt, sich stark zu bethauen; in feuchten, schattigen Lagen dagegen ein locker oder wenig bindiges Erdreich bildet, welches sich in seiner Fruchtbarkeit dem sandreichen Lettenboden nähert. Im Allgemeinen der Wohnsitz der mageren Bergwiesen und Triften. — Hauptsächlich auf dem breiten Rücken und den sanft abfallenden Gehängen der Berge, namentlich der bindemittelarmen Sandsteinberge und der schwer verwitternden

quarzreichen gemengten krystallinischen Felsarten, so des Felsites und Felsitporphyrs, dann aber gewöhnlich neben Quarzkörnern auch Feldspathstückchen und auch wohl Glimmerblättchen enthaltend, durch deren Verwitterung es mit der Zeit krumen- und nahrungsreicher wird. Zu seiner künstlichen Verbesserung bedarf er saftigen, leicht verwesenden Düngers (z. B. Laub), während umgekehrt der sandigthonige Boden mehr lockeren, langen, erwärmenden Dünger (z. B. Stroh) verlangt;

c. den beim Austrocknen ganz bindungslos und dürr werdenden *sandreichen* oder *gemeinen Sandboden*, welcher nur noch in feuchten Lagen oder auf einem stets nassen, strengthonigen oder torfigen Untergrunde sich fruchtbar zeigt und höchstens 10 Procent Thon enthält. Zu ihm gehört der Flugsand- und Dünenboden, welcher sich indessen dadurch von dem gewöhnlichen Sandboden unterscheidet, dass er ausser Mineralsand auch mehr oder weniger sandförmige Reste von Conchylien, Korallen und anderen Meeresthieren enthält, welche ihm bei ihrer Zersetzung löslichen kohlensauren Kalk liefern, so dass er, zumal auf einem nassen Untergrunde, oft auch Kalk begehrende Pflanzen (z. B. Buchen) ernähren kann.

II. Kalkhaltige Bodenarten.

§ 31. Die mergelartigen Bodenarten. Undeutliche Gemenge von Thon, Lehm oder Letten mit irgend einer Menge von kohlensaurem Kalk, welcher aber so innig mit dem Thon oder Lehm verbunden ist, dass auf jedes einzelne Massetheilchen der beiden letzteren irgend ein Quantum Kalk kommt, welcher sich nur durch Säuren von der Thonsubstanz abscheiden lässt und dabei so gleichmässig mit der letzteren gemengt erscheint, dass alle Thontheilchen gleichviel Kalk enthalten, woher es auch kommt, dass die hierher gehörigen Bodenmassen bei ihrer Betropfung mit Säuren gleichmässig und gleich stark aufschäumen.

Die ächten Mergel entstehen dadurch, dass entweder eine Thon- oder Lehmablagerung gelösten kohlensauren Kalk aufsaugt und bei ihrem Austrocknen fest, ja halb chemisch mit ihren einzelnen Masse-

theilchen verbindet, wie dieses bei den Thonablagerungen zwischen den Gesteinsschichten oder auch am Fusse der Kalkberge der Fall ist, oder dadurch, dass ein thon- oder lehmschlammiges Gewässer sich mit Kalkmehl mischt und lange und tüchtig umgerührt wird, wie dieses in den tief ins Land einschneidenden Uferbuchten kalkführender Gewässer stattfindet. — Durch einfache Untermengung eines Thon- oder Lehmbodens mit Kalksand entsteht kein Mergel, sondern nur ein kalkhaltiger Thon oder Lehm, welcher mit Säuren nur stellenweise und ungleichmässig aufbraust und darum nur ein mergelähnlicher Boden genannt werden kann.

a. Zu den wahren Mergeln gehören folgende Bodenarten:

1) Der *eigentliche Mergelboden:* Ein inniges und gleichmässiges Gemenge von Thon oder Lehm mit 10 bis 80 Procent kohlensauren Kalkes und oft auch mit 10 bis 40 Procent kohlensaurer Magnesia. Der Kalkgehalt dieses Gemenges ist nicht durch einfache Schlämmung mit Wasser von dem Thone oder Lehme abscheidbar. — Von ihm unterscheidet man hauptsächlich nach der Grösse seines Kalkgehaltes:

α. *Kalkmergel* mit 50 bis 80 Procent Kalk, sehr schnell und stark mit Säuren aufbrausend und beim Lösen mit Salzsäure nur einen geringen Absatz von Thon hinterlassend;

β. *Lehmmergel* mit 15 bis 30 Procent Kalk; langsamer, aber stark aufbrausend und beim Lösen mit Salzsäure einen Absatz von Thon und Sand hinterlassend;

γ. *Dolomitmergel* mit 10 bis 30 Procent Kalk und 10 bis 40 Procent Magnesia; erst beim Erwärmen mit Salzsäure und dann nur allmählich, aber lange aufbrausend;

δ. *Thonmergel* mit 10 bis 25 Procent Kalk; mit Salzsäure nur sehr langsam und schwach aufbrausend und einen starken Rückstand von Thon hinterlassend.

Der Mergel zeigt sich in seinen physischen Eigenschaften sehr verschieden je nach der Grösse seines Kalkgehaltes. Der kalkreiche Mergel oder Kalkmergel ist sehr zur Erhitzung und Verdunstung geneigt und bildet darum in sonnigen, luftigen Lagen beim Austrocknen ein sehr lockeres, feinkrumiges bis staubiges Erdreich, welches sich des Nachts in Folge seiner Wärme nur sehr wenig bethaut, in schattigen oder feuchten Lagen dagegen eine mulmige, warme und mässig feuchte Krumenmasse, welche einen sehr fruchtbaren Wohnsitz für die meisten Pflanzen, namentlich aber für die gewürzhaften Lippen- und Schmetterlingsblüthler,

der Stein- und Kernobstfrüchtler, der Buchen etc. bildet, aber mit der Zeit, zumal wenn er oft mit nassem Dünger versorgt wird, immer kalkärmer und zuletzt zu Thonmergel wird. — Der kalkreiche Lehmmergel aber ist auch in sonnigen, luftigen Lagen stets locker krumig, mässig feucht und warm, bethauet sich dabei des Nachts in Folge seines Sandgehaltes ziemlich stark und ist darum auch äusserst fruchtbar und ein Hauptsitz der meisten Getreidearten und süssen Gräser, der meisten Gemüsearten und aller Obstbäume, verliert aber auch mit der Zeit mehr und mehr von seinem Kalk- und Kieselmehlgehalte.

Der Thonmergel endlich nähert sich in seinen Eigenschaften dem thonigen Boden zumal in schattigen, feuchten Lagen, während er in sonnigen, luftigen Lagen ein grobkrumiges, mässig warmes und feuchtes Erdreich bildet, welches indessen bei vollständiger Austrocknung namentlich nach vorhergegangener nasser Witterung leicht in ein Haufwerk von kleinen eckigen Stückchen zerfällt, welches namentlich in abhängigen Lagen durch starke Regengüsse auseinander geschwemmt wird und nur noch tiefwurzelnden Pflanzen einen genügenden Wohnsitz gewährt.

Hauptlagerorte: Die Mergelboden-Arten kommen hauptsächlich im Gebiete der Kalk- und Sandsteinformationen vor. Ihre Ablagerungen erscheinen in diesen Gebieten häufig ockergelb oder rothbraun gefärbt und dann sehr oft von Gypsadern durchzogen; ja sie enthalten nicht selten geradezu Gyps statt kohlensaurem Kalk und bilden dann *Gypsmergel.* Ausserdem bemerkt man aber ihre Ablagerungen auch in der nächsten Umgebung der Kalkfeldspat und Augit haltigen Felsarten, so des Diabases und Basaltes. In diesem Falle sind sie aus der Verwitterung dieser Felsarten entstanden. Gewöhnlich sind diese Verwitterungsmergel rothbraun oder dunkelrauchgrau gefärbt und in Folge davon leicht zur Erhitzung und Austrocknung geneigt, weshalb sie auch hauptsächlich in beschatteten, feuchten Lagen, wie z. B. an den dicht mit Basalt- oder Diabastrümmern bedeckten Gehängen ihrer Muttergesteinsberge ihre volle Fruchtbarkeit zeigen. — Endlich zeigen sich auch bedeutende Mergelablagerungen zwischen den Thonlagern des Schwemmlandes.

§ 32. 2) Der **mergelige Thon-** und **Lehmboden (Kley** und **Löss),** ein inniges Gemenge von Thon oder Lehm mit 2 bis höchstens

10 Procent kohlensauren Kalkes, welches aber nicht in allen seinen Massetheilen gleichgrosse Mengen, ja an manchen Stellen sogar keinen Kalk enthält und darum sich in seinen physischen Eigenschaften sowohl wie in seiner Pflanzenproductionskraft bald dem Thon-, bald dem Lehmboden nähert. Bei einem Gehalte von 2 bis 5 Procent kohlensauren Kalkes gleicht er indessen schon in seinen Eigenschaften dem eigentlichen Mergel. — Er entwickelt sich überall da, wo am Fusse von bewaldeten oder dicht mit Pflanzen bedeckten Kalkbergen sich Thon- oder Lehmlager befinden, welche den (von abwärtsfliessenden Regenströmen herbeigeflutheten und unter dem Einflusse der verwesenden Pflanzen-Abfälle auf ihre kalkige Bodenunterlage entstandenen) doppeltkohlensauren Kalk in sich aufsaugen und fest mit ihren, vom Regen benetzten, Massetheilen verbinden. Seine Weiterentwickelung hört aber auf, sobald die Kalkberge ihrer Pflanzendecke, namentlich ihrer Wälder beraubt werden, und die pflanzenentblösste Kalkoberfläche den Sonnenstrahlen preisgegeben wird. Denn wenn nun auch noch die starken Regenniederschläge das, aus der Anwitterung der Kalksteinmassen entstandene, Kalkmehl bergabwärts den Thon- oder Lehmlagern zufluthen, so entsteht aus ihrer Mischung keine eigentliche Mergelmasse, sondern nur eine oberflächliche, ungleichmässige, durch Schlämmung trennbare, Mengung, welche den *kalkigthonigen* oder *kalkiglehmigen Boden* darstellt. — Ausserdem bilden sich auch mergelige Thon- und Lehmlager in dem Hintergrunde von tief ins Land einschneidenden Uferbuchten von Kalk-, Lehm- oder Thonschlammtheile führenden Flüssen dadurch, dass das in diese Buchten eindringende Flusswasser in eine stark wirbelnde Bewegung versetzt wird. durch welche die Kalkmehltheile in eine durchgreifende innige Berührung mit den Thon- oder Lehmtheilen gebracht und dadurch bei ihrem Niedersinken zu einer *mergeligen* Bodenmasse verbunden werden. Dieses ist der Fall bei dem *Löss,* welcher weiter nichts als eine innige Mengung aus Lehm mit 2 bis 8 Procent kohlensaurem Kalk ist, oft aber auch noch verschieden geformte, kleinere und grössere Knollen von ausgeschiedenem kohlensauren Kalk (— sogenannte „Wickelkindle" der Rheinländer —) und kleine Landschneckengehäuse (daher „Schneckenhäusliboden") eingehüllt besitzt. Dieser Löss ist überhaupt eine merkwürdige

Bodenart. In seinem Aeussern, seiner mulmigen Krumenbildung und seinen physischen Eigenschaften dem Lehme sehr ähnlich und in seiner Pflanzenproductionskraft bald diesem letzteren bald auch dem Mergel sehr nahe stehend, bildet er hauptsächlich in dem Hintergrunde buchtenreicher weiter Flussthäler gerade da, wo gegenwärtig gar kein Flusswasser mehr hingelangen kann, oft mächtige Ablagerungen, welche das Eigenthümliche haben, dass ihre Massen von senkrechten Absonderungsrissen so durchzogen sind, dass bei der Ausspülung dieser letzteren durch das Regenwasser die ganze Lössablagerung in einzelne prallsenkrecht ansteigende, massige Säulen- oder Pfeilerabsonderungen zertheilt wird, so dass die ganze Lössablagerung — ganz ähnlich den Stein- oder Felswäldern der feinkörnigen Sandsteine — ein Labyrinth von Erdsäulen darstellt. In dieser senkrechten Absonderung der Lössablagerungen liegt auch der Grund, dass dieselben bei ihrem Abbaue stets senkrecht niederstürzende Wände zeigen.

b. Zu den mergelähnlichen Bodenarten gehört der *kalkige Thonboden:* Ein oberflächliches, ganz ungeregeltes Gemenge von gemeinem Thon und grobem oder feinem, aber stets fühlbarem Kalksand, sowie auch von gröberen Kalksteintrümmern. Vorherrschend die Eigenschaften des Thones zeigend; im durchnässten Zustande schmierig, knatzig und um so klebriger, je mehr der Thon in ihm vorherrscht, indessen wärmer wie dieser und in sonnigen Lagen sogar so ausdürrend, dass er mehr oder weniger berstet und schwer zu bearbeiten ist (— daher *Grav-* oder *Grievboden;* von *gravis,* schwer d. i. schwer zu bearbeiten —). Am besten zu bearbeiten in warmen, feuchten Jahreszeiten; öfters Düngung begehrend, damit sein Kalkgehalt löslichen kohlensauren Kalk bilden kann. Unter einer schattigen Pflanzendecke, z. B. in Wäldern, durch die alljährlich verwesenden Pflanzenabfälle sehr fruchtbar und eine üppige Flora von kalkliebenden Pflanzen tragend, aber in schattenlosen Lagen ausdürrend und aus den ihn noch bedeckenden Verwesungssubstanzen nur einen staub- oder aschenartigen, ganz unlöslichen und darum auch keinen Kalk mehr lösenden, tauben oder kohligen Humus bildend, woher es auch kommt, dass auf den ihrer schützenden Wälder beraubten Flächen dieses Bodens nur sehr genügsame Pflanzen noch gedeihen, wie z. B. der

Schafschwingel und andere borstenblättrige, filzwurzelige Gräser. — Seine Hauptlagerorte befinden sich vorzüglich auf den Plateaus oder an den Gehängen der, aus Kalkstein- und Thonschichten bestehenden, Kalkbergsländer, so namentlich der Muschelkalk- und Juraformation.

B. Der humushaltige oder Culturboden.

§ 33. Wie schon im § 24 und § 25 gezeigt worden ist, so sind je nach der Art ihrer Entstehung und nach den Eigenschaften ihrer Masse im Allgemeinen unter den Zersetzungsproducten der abgestorbenen Pflanzenkörper zweierlei Arten zu unterscheiden:

I. *Humus-* und *Modermassen (Humin-* und *Ulminsubstanzen),* welche bei gewöhnlicher Temperatur und unter dem Zutritte von Luft durch den Einfluss von Pilzen aus den absterbenden Pflanzenkörpern erzeugt werden; und

II. *Verkohlungs-* oder *Torfmassen (Geïnsubstanzen),* deren Bildung wohl von Anfang an ebenfalls unter gewöhnlicher Temperatur und unter Einfluss von Luft beginnt, dann aber unter gesteigerter Temperatur und unter Abschluss von Luft hauptsächlich durch Zusammenpressung unter Wasser vollendet wird.

Die ersteren dieser beiden Zersetzungsproducte des Pflanzenkörpers bilden nur vergängliche Zusammenhäufungen und treten am meisten in Untermengung mit den Mineralbodenarten auf. Die zweiten der ebengenannten Zersetzungsproducte dagegen bilden selbständige, oft sehr mächtige und unter günstigen Verhältnissen fortwachsende, Ablagerungen, welche unter dem Namen der *Torfablagerungen* ebenso, wie ihre als *Torfmoore* bekannten, Lagerstätten oft grosse Räume auf der Erdoberfläche einnehmen, und nur an ihrer, über das Wasser hervortretenden, durch den Einfluss von Luft und Sonnenwärme trocken gelegten, Oberfläche zu einer Art sägemehlähnlichen Humus verrotten; aber mit mineralischen Erdbodenarten nur lagenweise, und zwar nur dann untermengt erscheinen, wenn Luftströmungen Flugsand und atmosphärischen Erdstaub oder auch Wasserüberschwemmungen Erdschlamm über ihnen ausbreiten.

Für den Mineralboden erscheinen daher die Humussubstanzen von grösserer Bedeutung als die Torfmassen. Diese humushaltigen Mineralbodenarten nun theilt man nach der Menge des in ihnen vorhandenen Humus ein in

1) Bodenarten, in welchen die mineralischen Bodengemengtheile so vorherrschen, dass dieselben ganz die physischen und chemischen Eigenschaften des Rohbodens offenbaren;

2) Bodenarten, in welchen die mineralischen und vegetabilischen Gemengtheile in einem solchen Mengeverhältnisse vorhanden sind, dass sich die physischen Eigenschaften beider gegenseitig neutralisiren;

3) Bodenarten, in welchen die vegetabilischen Zersetzungsmassen an Menge so vorherrschen, dass der Boden vorherrschend die physischen und chemischen Eigenschaften dieser Zersetzungsproducte offenbart.

Zu den erstgenannten dieser dreierlei Bodenarten gehören die humusarmen, zu den zweiten die humosen und zu den dritten die humusreichen (Humus- und Torf- oder Moorboden).

Nach der Art ihrer vegetabilischen Zersetzungsproducte dagegen unterscheidet man

I. *Bodenarten,* welche vorherrschend verwesende oder vermodernde Pflanzenreste enthalten; *Humus-* oder *Moderboden,* und

II. *Bodenarten,* welche vorherrschend vertorfende oder verkohlende Pflanzenreste besitzen: *Moor-* oder *Torfboden.*

Jede von diesen beiden Klassen des Bodens zeigt sich endlich in ihren Eigenschaften und ihrer Pflanzentragbarkeit verschieden, einerseits nach der Menge der im Boden vorhandenen Pflanzenreste und andererseits nach der Art der sie bildenden mineralischen Bodengemengtheile.

§ 34. Eigenschaften der verschiedenen humushaltigen Bodenarten. — Die hierher gehörigen Bodenarten erscheinen im Allgemeinen um so dunkler gefärbt, je reicher sie an ganz humificirten Pflanzenresten sind. An der Luft liegend verbleichen sie unter dem Einflusse der Sonnenwärme und unter der Entwickelung von Wasser, Kohlensäure und meist auch von Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Bei starker Erhitzung verglimmen oder verbrennen sie theilweise unter der Entwickelung eines dumpfen,

brenzlich, talgähnlich oder auch pechartig riechenden und dabei nicht selten flammenden Dampfes, wobei sie — namentlich bei starkem Gehalte von Stickstoffsubstanzen — oft auch mit glühenden Funken umherspritzen. Ihr unverbrennbarer Rückstand besteht dann aus der mineralischen Erdkrume im Verbande mit den vorher in den Pflanzenresten vorhandenen, nicht flüchtigen (oder fixen) Mineralsäuren (z. B. erstarrter Kieselsäure) und mineralischen Salzen der Alkalien, alkalischen Erden, der Thonerde, des Eisen- oder Manganoxydes.

Wie schon bei der Beschreibung der Humussubstanzen erwähnt worden ist, so kann jede der Mineralbodenarten mit Humus untermengt vorkommen. Aber es leistet nicht jede Art und Menge des letzteren auch auf jeder Bodenart ein und dieselben Dienste, wenn man den Grundsatz festhält, dass durch die, einem Mineralboden beigemengten, Humussubstanzen die schlechten, für seine Pflanzenproductionskraft nachtheiligen, Eigenschaften verbessert, oder dass durch sie die für seine Pflanzenproductionskraft überhaupt nothwendigen Eigenschaften und Bestandtheile erst erzeugt oder vermehrt werden sollen. In dieser Beziehung ist im Allgemeinen folgendes zu bemerken:

1) Unter sonst gleichen Ablagerungsverhältnissen (d. i. gleichem Ablagerungsort) bedürfen die wenig innere Bindung besitzenden, das Wasser nicht festhaltenden, sich leicht erhitzenden und in Folge davon leicht und stark verdunstenden Bodenarten hauptsächlich solcher Humussubstanzen, welche

a. den Boden bindiger machen, abkühlen und feucht erhalten und

b. seine zersetzbaren Mineralgemengtheile aufschliessen und in lösliche Nahrungsstoffe umwandeln, und auch

c. aus sich selbst heraus auch Nahrungsstoffe schaffen, wenn der Mineralgehalt des Bodens so beschaffen ist, dass er keine Pflanzen-Ernährungsstoffe schaffen kann.

Unter den hierher gehörigen Bodenarten treten hauptsächlich hervor:

1) der *sandreiche Boden,*
2) der *kalkreiche Boden,*
3) der *eisenschüssige (rothbraune) Letten-Boden.*

Sie alle begehren vorzüglich nasser, weicher und leicht verwesender Humussubstanzen, wie sie hauptsächlich die saftigen, breiten Blätter der Laubhölzer und Stauden liefern. Diese Bodenarten, vor allen die kalkreichen, können nicht leicht genug Dünger erhalten, wenn sie ihre volle Fruchtbarkeit offenbaren sollen.

2) Diejenigen Bodenarten dagegen, welche allzu bindig sind, das eingesogene Wasser stark festhalten und in Folge ihres starken Wassergehaltes die Sonnenwärme stark verschlucken und unwirksam machen und sich auch theils durch ihr Schlammigwerden, theils bei ihrer vollständigen Austrocknung gegen die Luft verschliessen, wie dieses alles bei den *thonreichen* Bodenarten der Fall ist, bedürfen zu ihrer Verbesserung vorzüglich solcher Humussubstanzen, welche

a. den Boden lockerer machen, so dass die atmosphärische Luft und die Sonnenwärme in ihn eindringen kann, und das überschüssige Wasser zur Verdunstung bringen und in Folge davon die Bodenmasse wärmer wird;

b. dabei auf die noch unzersetzten Mineraltheile des Bodens zersetzend einwirken und auch

c. aus sich selbst heraus mit der Zeit noch lösliche Nahrungsstoffe entwickeln.

Zu den hierher gehörigen Bodenarten gehören: alle *thonreichen Bodenarten,* sowohl die strengthonigen, wie auch die mit Steintrümmern oberflächlich und ungleichmässig gemengten. Sie alle verlangen vorzüglich trockne, langsam verwesende, holzige, saftarme Humussubstanzen, wie sie vorzüglich durch die Halmen der Gräser, durch die holzigen Stengel der Halbsträucher und Stauden, namentlich aber durch die den Boden nach allen Richtungen hin durchziehenden Aeste und Zweige aller holzigen Wurzeln gebildet werden. Da diese sogenannten „langen" Düngermassen aber nur langsam verwesen, so müssen die hierher gehörigen Bodenmassen auch noch von Zeit zu Zeit irgend einen Zusatz von weicher, in voller Zersetzung begriffener, Humussubstanz erhalten. Und diese liefert ihnen der Regen aus den auf der Oberfläche des Bodens abgelagerten und in voller Verwesung begriffenen, saftigen Pflanzenabfällen.

3) Diejenigen Bodenarten endlich, welche, wie die *lehmartigen* und *mergelartigen,* sich stets locker, mässig feucht und warm verhalten, begehren hauptsächlich Humussubstanzen, welche die in diesen Bodenarten vorhandenen, noch unaufgeschlossenen, Mineralnahrstoffe nach und nach auflösen und die Bodenmasse nicht allzu stark lockern und zur gesteigerten Verdunstung anregen. Indessen verlangen unter ihnen der fette, *thonreiche Mergel* und *Lehm* doch vorherrschend mehr „langen" als „kurzen" Dünger, sowie ihn namentlich die zarten Büschelwurzeln der Gräser und Kräuter liefern.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass, wie früher auch schon angedeutet worden ist, in jedem von der Natur dargestellten und gepflegten Mineralboden zweierlei Humussubstanzen auftreten, nämlich

1) feinzertheilte, innig mit der mineralischen Bodenmasse vermischte Humussubstanzen, welche sich nicht durch einfache Schlämmung mit Wasser, sondern nur durch Erhitzen mit einer Lösung von kohlensaurem Kali, Natron oder Ammoniak von der Bodenmasse abscheiden lassen und dann eine kaffeebraune Lösung bilden. Diese sind in der Regel durch das Regenwasser von der auf der Oberfläche des Bodens lagernden und in voller Humification befindlichen Humusmasse in den Boden eingeschlämmt worden und bilden den reifen Humusgehalt des Bodens;

2) faserige, noch das Pflanzengefüge zeigende, oberflächlich in dem Boden vertheilte, schon durch einfache Schlämmung mit Wasser aus dem Boden zu entfernende Humussubstanzen, welche namentlich von den in dem letzteren vorhandenen Wurzeltheilen der auf dem Boden wachsenden Pflanzen abstammen und den sogenannten unreifen oder rohen Humus des Bodens darstellen.

Zweite Abtheilung.

Der Erdboden in seinem Verhalten zur Pflanzenwelt.



I. Abschnitt.

Der Erdboden als Heimathsstätte des Pflanzenreiches.

§ 35. Der Boden als Wohnsitz und Ernährer der Pflanzen im Allgemeinen. — Die Pflanze kann nicht so wie das Thier ihre Geburtsstätte verlassen und sich einen Wohnsitz auswählen, welcher alle ihre Lebensbedürfnisse in dem Grade und in der Art erfüllt, wie sie es zur Entwickelung und Erhaltung ihres Körpers nothwendig braucht; sie ist mit einem Worte an die Scholle gebunden, welcher sie entsprossen ist, und welche nun für ihre ganze Lebenszeit ihr Daheim oder ihren Standort bildet. Von ihm verlangt sie daher zunächst den Raum, in welchem sich ihre Körperglieder, vor allen die Theile ihrer Wurzeln, ihrer Natur gemäss entwickeln können; sodann die Art und Menge ihrer Nahrungsmittel so, wie sie dieselben braucht, zur rechten Zeit und in rechtem Maasse empfängt; und endlich das Maass von Wasser, Luft, Licht und Wärme, welches ihr zur Vollführung ihrer Lebensverrichtungen, vor allen zur Zubereitung und Aufnahme ihrer Nahrung, zur Umwandlung dieser letzteren in ihre normalen Körpersubstanzen, zur Ausstossung oder Ausathmung der ihrer Gesundheit schädlichen Körpergase, zur Geschmeidighaltung und Erregbarkeit ihrer Körperglieder nothwendig ist. Sieht man nun von der verhältnissmässig kleinen Zahl derjenigen Pflanzenarten ab, welche auf dem Körper anderer Pflanzenarten

schmarotzen, oder von den in den Fluthen der Gewässer frei umher schwimmenden Pflanzen, so erscheint der aus der Verwitterung und Zersetzung des festen Felsgemäuers der Erdrinde entstandene und sich noch fortwährend entwickelnde Erdboden als der Hauptsitz und das eigentliche Daheim der Pflanzenwelt. Er also soll den in ihm wurzelnden Pflanzen alles gewähren, was sie zu ihrem Gedeihen und Fortbestehen hauptsächlich brauchen. Um dieses Alles aber zu können, muss er folgende Eigenschaften besitzen:

A. Vor Allem muss seine Masse von der Art und Mächtigkeit sein, dass die ihn bewohnen sollenden Pflanzen soviel Raum in ihr finden, um zunächst ihren Wurzelkörper naturgemäss vollständig entwickeln uud ausstrecken zu können, sodann aber muss seine Masse auch soviel Zusammenhalt oder Bindigkeit besitzen, dass sie den Wurzeltheilen der sie bewohnenden Pflanzen soviel Haftung gewährt, als sie brauchen, um den gegen sie hervordrängenden Stürmen des Luftmeeres und der Gewässer gehörigen Widerstand leisten zu können.

1) Auf einem flachgründigen d. h. eine senkrechte Mächtigkeit von höchstens 3 Zoll besitzenden Boden können bloss Pflanzen gedeihen, welche nur wagrecht sich ausbreitende Wurzeln treiben; auf einem tiefgründigen d. h. eine senkrechte Mächtigkeit von 1 Meter besitzenden Boden dagegen können Pflanzen mit den verschiedensten Wurzelbildungen leben. In der Regel nehmen alsdann diejenigen Pflanzenarten, welche keine senkrecht in den Boden eindringenden Pfahlwurzeln besitzen, die obersten Lagen des Bodens in Besitz; die mit Pfahlwurzeln oder mit senkrecht niedersetzenden Büschelwurzeln versehenen dagegen die unteren Bodenschichten. Die in den obersten Bodenlagen wurzelnden Pflanzenarten sind von hoher Bedeutung sowohl für den Boden selbst wie für die in den unteren Bodenlagen wurzelnden Pflanzen; sie müssen zunächst mit ihren sich gewöhnlich über die Bodenoberfläche ausbreitenden beblätterten Körpergliedern den Boden gegen die grelle Wirkung der Sonnenstrahlen und auch gegen die Schlämmkraft des Regens schützen; sodann müssen sie die, den Boden bedeckenden, Pflanzenabfälle zur Verwesung anregen; und endlich müssen sie die in dem Boden vorhandenen Mineralreste theils durch die aus den verwesenden Pflanzenresten frei werdenden

Verwesungssäuren, theils durch die von ihren eigenen Wurzeln ausgeschiedenen Absonderungsstoffe zersetzen und in wirkliche Pflanzennahrung umwandeln, welche dann durch die Feuchtigkeit der unteren Bodenlagen aufgesogen und den tiefer ziehenden Wurzeln zugeleitet wird. Die wahre Heimath dieser flachwurzeligen Pflanzen ist daher auch vorzüglich der aus der Zerstörung der Felsarten hervorgegangene und noch mit zahlreichen unzersetzten Felskörnern versehene Verwitterungsboden der Berge und Gebirge. Ist derselbe erst tiefgründiger geworden, dann gesellen sich zu diesen Flachwurzelern auch Stauden mit tiefer in den Boden eindringenden Büschelwurzeln. Und hat derselbe eine Mächtigkeit von 1 Meter erlangt, wie es namentlich bei dem durch Anschwemmungen zusammengehäuften Boden der Buchten, Thäler und Flachlandsebenen der Fall ist, dann wird er zur Heimath der Bäume mit tief in den Boden eindringenden Pfahlwurzeln.

2) Aber die Tiefgründigkeit allein genügt noch nicht, um einen Boden für die Dauer zu einem alle Lebensbedürfnisse befriedigenden Wohnsitz der auf ihm angesiedelten Pflanzen zu machen. Dazu bedarf es noch der Bindigkeit oder Consistenz der ihn zusammensetzenden Bodenart. Ein höchstens 15 Procent Thon enthaltender Sandboden besitzt zumal im ausgetrockneten Zustande so wenig Bindigkeit in seiner Masse, dass nur solche Pflanzen auf ihm gedeihen können, welche einen tiefeindringenden Wurzelstock und zahlreiche, von ihm seitwärts abziehende, sich stark verlängernde und zahlreiche Saug- oder Zaserwurzeln besitzende Ausläufer treiben, mit denen sie die lose Bodenmasse so zusammenklammern können, dass weder Wind noch Wasser sie auseinander jagen können. Dagegen werden in einem strengthonigen Boden am besten solche Pflanzen gedeihen, welche entweder einen kurzrübenförmigen Wurzelstock mit starken, schief abziehenden, seitlichen Aesten, oder einen knollen- oder zwiebelförmigen Wurzelstock besitzen, welcher aus seiner Basis zähe, starke, senkrecht in den Boden eindringende Büschelwurzeln treibt. — In einem nassgelegenen und zur Verschlammung geneigten thonigen Boden aber treiben die auf ihm wohnenden Pflanzen zuerst an dem Kopfe ihres Wurzelstockes ein Büschel wagrecht abziehender Wurzeln; dann aber einen abwärts zum Grunde ihres Standortes sich verlängernden, stengelförmigen Wurzelstamm, an dessen unterem Ende sich wieder ein Büschel

starker, seitwärts sich im Untergrunde ausbreitender Wurzeläste ausbreitet. — In einem lehmigen oder mergeligen, stets mulmigen, sich mässig feucht haltenden Boden endlich befindet sich die wahre Heimath aller mit Büschelwurzel versehenen Pflanzen; ausserdem treten in ihm auch Gewächse mit Rüben- und Pfahlwurzeln auf. Ueberhaupt bildet er den behaglichen Wohnsitz für die meisten Pflanzen, zumal wenn er tiefgründig ist.

B. Wie nun aber der Boden den Wohnsitz der Pflanzen bildet, so hat er auch die Ernährung der in ihm wurzelnden Pflanzen zu besorgen. In dieser Beziehung muss er nicht nur die für die Pflanzen nöthigen Nahrungsmittel schaffen, sondern auch in seiner Masse so ansammeln, dass sie den Pflanzen nicht nur für den Augenblick, sondern auch auf lange Zeiträume hin zur Verfügung stehen. Er erscheint demnach in dieser Beziehung einerseits als das Bildungslaboratorium und andererseits als das Magazin für die Nahrungsmittel der in ihm wurzelnden Pflanzen; und endlich muss er auch den Verwalter des in seinem Magazine aufgespeicherten rohen Materiales und der aus diesem zubereiteten Nahrungsmittel abgeben.

a. Was nun zunächst die in der Masse eines Bodens vorkommenden Materialien zur Bildung der Pflanzennahrmittel betrifft, so sind diese von dreierlei Art: die einen von ihnen entstammen den Gesteinsmassen, aus denen sich der Boden überhaupt entwickelt hat; die anderen dagegen bestehen aus den Verwesungsproducten von den Pflanzen, welche in und auf dem Boden wohnen; und die dritten werden gebildet von den atmosphärischen Gasen und dem Wasser, welches von Aussen her in den Boden eindringt.

α. Wie schon bei der Beschreibung der verschiedenen Bodenarten angegeben worden ist, so hat man den Verwitterungsboden von dem Schwemmboden wohl zu unterscheiden. — Der erstere, welcher stets noch in der nächsten Umgebung derjenigen Felsarten lagert, aus deren Verwitterung er entstanden ist, enthält stets noch mehr oder weniger zahlreiche, grössere oder kleinere Trümmer von den Muttergesteinen, aus denen die Erdkrume des Verwitterungsbodens entstanden ist. Diese Trümmer nun bilden, — wenn sie aus zersetzbaren Mineralien (z. B. aus Feldspat-, Glimmer-, Hornblende-, Augit- oder auch Kalk-Arten)

bestehen —, das Material, aus welchem im Verlaufe der Zeit nicht bloss nur Erdkrumemassen (z. B. Thon), sondern auch neue, im Wasser lösliche Mineralsubstanzen (— z. B. kohlen-, kiesel- und phosphorsaure Salze der Alkalien, alkalischen Erden und des Eisenoxydules —) geschaffen werden. Je mehr daher in einem Boden solche zersetzbare Mineralreste vorhanden sind, um so mehr Nahrungsstoffe kann derselbe den in ihm wurzelnden Pflanzen liefern. Da nun aber namentlich in den, aus verschiedenartigen Mineralien entstandenen, Bodenarten der gemengten Felsarten (z. B. des Granites, Porphyres, Diabases, Basaltes u. s. w.) auch verschiedenartige Gesteinstrümmer vorhanden sind, welche nicht alle sich gleich schnell zersetzen und dann bei ihrer Zersetzung auch nicht alle ein und dieselben Arten von lösbaren Mineralsalzen liefern, so folgt von selbst, dass ein Verwitterungsboden einerseits für um so längere Zeiträume hin mit Nahrungsmaterial versorgt ist, je mehr er, **verschieden schnell** sich zersetzende, Mineralreste besitzt, andererseits um so verschiedenartigere Mineralnahrung erzeugen und demgemäss auch um so verschiedenartigeren Pflanzenarten die ihnen gebührende Nahrungsart darreichen kann, je **verschiedenartiger** die in ihm vorhandenen, zersetzbaren Mineralreste sind; ja im Verlaufe der Zeit endlich je nach der Art der noch in ihm vorhandenen Mineralreste ganz andere Pflanzen-Arten trägt, als es früher der Fall war. — Anders jedoch erscheinen die Ernährungsverhältnisse in einem Schwemmboden. Dieser, welcher durch Wasserfluthen oft weit weg von seiner Geburtsstätte geschwemmt worden ist, hat während seines Transportes in der Regel alle grösseren Felstrümmer verloren, so dass er nur noch in den Buchten und Thälern seiner Muttergebirge gröbere Trümmer von Felsarten umschliesst oder in den tief in die Ufergelände einschneidenden Buchten der breiten Stromthäler, fein seiner Krumenmasse beigemischten Sand von verschiedenen Mineralien, am meisten aber von Quarz, enthält. Selbst die meisten der aus der Zersetzung der Mineraltrümmer entstandenen Salze hat das Wasser ausgelaugt, so dass er gewöhnlich nur noch die von seiner thonigen Krumenmasse angesogenen und von ihr festgehaltenen Kochsalz-, Gyps-, Kalk- und Kieselsäuretheile besitzt. Er enthält demnach gewöhnlich kein Magazin von Mineralsubstanzen, aus denen er

den in ihm wurzelnden Pflanzen nachhaltig Nahrungsstoffe darreichen könnte. Nur der aus Thon und kohlensaurem Kalk bestehende Mergelboden macht in dieser Beziehung eine Ausnahme so lange, als er noch Kalk enthält.

β. Unter den in den verschiedenen Bodenarten am meisten auftretenden Felstrümmern, — mögen es nun Blöcke, Gerölle, Grus- oder Sandkörner sein —, treten am meisten hervor: Gneiss, Granit, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Diorit, Diabas, Felsitporphyr, Basalt, Kalkstein, Dolomit, Gyps und oft auch Sandstein. Unter diesen verschiedenen Gesteinstrümmern bestehen:

1) *Granit, Gneiss* und *Felsitporphyr* (letzterer zum Theil) aus Quarz, Feldspat und Glimmer. Unter diesen Gemengtheilen verwittert Quarz nicht, sondern bildet stabilen Sand; die Feldspatarten aber geben bei ihrer Zersetzung ausser unlöslichem Thon im Wasser lösbare kohlen-, kiesel- und (oft auch phosphor-) saure Salze des Kali, Natron und häufig auch der Kalkerde; der Glimmer endlich producirt ausser unlöslichem eisenschüssigen Thon im Wasser lösliche kohlen-, kiesel- und phosphorsaure Salze, hauptsächlich von Natron, Magnesia und Eisenoxydul, weniger von Kali und am wenigsten von Kalkerde. Die in einem Boden vorhandenen Trümmer von den obengenannten Felsarten können also den in dem Boden wurzelnden Pflanzen darreichen:

<table>
<tr><td>kohlen-
kiesel-
phosphor-</td><td>saure Salze des</td><td>Kali,
Natrons,
Kalkes,
Eisenoxydules und auch der Magnesia;</td></tr>
</table>

aber diese Salze entstehen nicht in einer und derselben Zeit, weil die oben angegebenen Felsgemengtheile nicht alle zu gleicher Zeit und auch nicht gleich schnell verwittern. Die Feldspate verwittern zwar dem Glimmer gegenüber schneller und leichter, aber unter den Feldspaten selbst ist wieder ein Unterschied, indem die einen neben kieselsaurer Thonerde nur noch kieselsaures Kali (— so der sogenannte Orthoklas —), die anderen aber kieselsaures Kali-Natron (— so der Oligoklas —) und die dritten kieselsaures Natron und zugleich auch kieselsaure Kalkerde (— so der Plagioklas —) enthalten. Demgemäss werden sich diese Feldspate auch nicht gleich leicht und gleich schnell zersetzen. Vielmehr lehrt die Erfahrung,

dass unter den Feldspaten (— wie überhaupt unter allen Mineralien —) zunächst die kalkreichen sich schneller und leichter zersetzen, als die kalkarmen oder kalklosen und ferner die natronreichen wieder leichter verwittern, als die nur kalihaltigen. Nach allem diesen zeigen sich also z. B. die Granittrümmer eines Bodens verschieden in der Fähigkeit, einen Boden mit Pflanzennahrstoffen zu versorgen, einerseits je nach der Art ihres Feldspatgehaltes und andererseits auch je nach der Art und Menge ihres Glimmers.

2) Diorit, Diabas und Basalt. Unter ihnen besteht der Diorit in der Regel aus einem kalklosen Kalinatronfeldspat (Oligoklas) und Magnesiahornblende; der Diabas aus einem Kalknatronfeldspat (Plagioklas), Kalkspat und kalkhaltigen Augit; der Basalt endlich aus einem Kalknatronfeldspat (oder statt dessen aus wenig Kalk und mehr Kali-Natron haltigem Nephelin), Augit und Magneteisen. Nach diesen verschiedenen Bestandesmassen wird der Diorit nur sehr langsam, der Basalt schneller und der Diabas am schnellsten verwittern; und der Diorit wird gemeinen Thon und nach und nach lösliche kohlen- und kieselsaure Salze des Kalis, Natrons und zuletzt auch der Magnesia entwickeln; der Basalt aber viel kohlensauren Kalk, auch kohlensaures Natron und Eisenoxydul und kohlensaure Magnesia, der Diabas endlich sehr viel kohlensauren Kalk, viel kohlensaures Natron, etwas kohlensaure Magnesia und ebenso etwas kohlensaures Eisenoxydul spenden. Von dem, aus diesen letztgenannten beiden Felsarten entstehenden, kohlensauren Kalk und Eisenoxydul wird indessen der gleichzeitig sich ausscheidende Thon stets mehr oder weniger viel in sich aufsaugen und festhalten, so dass der Verwitterungsboden sowohl des Diabases wie des Basaltes einen mehr oder weniger eisenschüssigen, braunen Mergel darstellt.

3) Trümmer des kohlensauren Kalkes werden einfach durch Kohlensäure haltiges Wasser aufgelöst, aber nur dann, wenn das Wasser nachhaltig auf dieselben einwirken kann. An der Luft liegend und von den Wärmestrahlen der Sonne fortwährend erhitzt, lassen sie das auf sie eindringende Meteorwasser so schnell wieder verdunsten, dass die mit ihm gemischte Kohlensäure keine Zeit behält, sich fest mit dem Kalke zu löslichem doppelkohlensauren Kalke zu verbinden. Die in einem Boden vorhandenen

Kalktrümmer werden daher den, in diesem wurzelnden, Pflanzen nur dann bald und reichlich Kalknahrung liefern, wenn der Boden schattig, feucht und dabei doch luftig gehalten wird und die Kalktrümmer mit der Krume des Bodens so untermengt sind, dass sie von der letzteren beschattet und stets feucht gehalten werden. Am schnellsten werden alsdann die kleinsten Trümmer löslich gemacht, weil diese gleichmässig und allseitig von der Bodenfeuchtigkeit angegriffen werden können, am langsamsten, aber auch auf längere Zeit hin, versorgen grosse Kalksteintrümmer den Boden mit gelöstem Kalk.

4) Anders wie der gemeine Kalkstein versorgt der dolomitische Kalkstein (Magnesiakalk, Rauhkalk, Dolomit) den Boden mit löslichem Kalk. Dieses Gestein besteht ursprünglich aus einem mechanischen Gemenge von kohlensaurem Kalk und eigentlichem Dolomit, welcher selbst wieder aus einer chemischen Verbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia besteht, so wie es das folgende Schema andeutet:

Der dolomitische Kalkstein
besteht aus

kohlensaurem Kalk und Dolomit, welcher selbst aber
besteht aus
Kohlensäure, Magnesia und
Kalkerde.

Kommt nun Kohlensäure haltiges Wasser mit diesem Gesteine in Berührung, so löst dieses nur den mechanisch beigemengten Kalk auf, den eigentlichen Dolomit aber lässt es vorerst unberührt, weil dieser schwer und erst nach langdauernder Einwirkung von dem Wasser angegriffen wird. Die in einem Boden liegenden Trümmer von Rauhkalk werden daher Anfangs den Boden bald und reichlich mit gelöstem Kalk versorgen, später aber, wenn der im Rauhkalk vorhandene mechanisch beigemengte Kalk ganz ausgelaugt worden und demnach nur noch reiner Dolomit übrig ist, nur noch spärlich und ganz allmählich dem Boden gelösten Dolomit darreichen.

5) Ausser Kalkstein- und Dolomitresten machen sich auch namentlich in den Bodenablagerungen der Kalk- und Sandsteinformationen oft noch bemerklich grössere und kleinere Trümmer

von Gyps und Sandsteinen. Die ersteren lösen sich schon in reinem Wasser, — noch leichter aber in den Ammonik producirenden Verwesungsflüssigkeiten von Organismenresten —, bald auf und geben dann den Pflanzen schwefelsauren Kalk zur Nahrung; die Sandsteintrümmer dagegen zerfallen allmählich zu sandigem Erdreich, wobei ihr Bindemittel, wenn es kalkig ist, dem Boden löslichen kohlensauren Kalk, oder auch, wenn es lehmig ist, mit Hülfe von Kali oder Natron haltigen Verwesungsflüssigkeiten, lösliche Kieselsäure darreicht, während ihre Sandkörnchen, wenn sie ausser Quarz auch Feldspatkörnchen und Glimmerblättchen besitzen, den Pflanzen auch lösliche Kieselsäure und kohlensaure Salze des Kali, Natron, Eisenoxyduls und der Magnesia darreichen können.

Aus allem eben Mitgetheilten ergibt sich also, dass unter den in einem Boden vorkommenden Felstrümmern

1) die aus zusammengesetzten Silicaten bestehenden gemengten krystallinischen Felsarten

a. vorherrschend lösliche Kieselsäure und kohlensaure Salze der Alkalien, dagegen wenig Kalksalze, erzeugen, wenn sie reich an Feldspat (Orthoklas oder Oligoklas) sind, so der Granit, Syenit, Felsitporphyr und Trachyt,

b. vorherrschend lösliche Kieselsäure und kohlensaure Kalk-, Magnesia- und Eisenoxydulsalze, dagegen weniger Natron- und am wenigsten Kalisalze produciren, wenn sie vorzüglich viel Hornblende oder Augit und Plagioklasfeldspat enthalten, so der Glimmerschiefer, Diorit, Diabas oder Basalt;

2) die Kalksteine und Dolomite vorherrschend nur kohlensaure Kalksalze, der Gyps aber bloss schwefelsauren Kalk dem Boden darreichen kann.

Ebenso folgt aus dem Vorstehenden, dass

1) die kalkreichen Felsarten — namentlich in schattigen, feuchten Lagen — schneller verwittern, als die kalklosen Gesteine;

2) Gesteine mit körnigem Gefüge und rauher Oberfläche schneller verwittern, als Gesteine mit dichtem Gefüge und glatter Oberfläche, weil an den ersteren die Verwitterungspotenzen besser haften und darum auch nachhaltiger einwirken können als an den letzteren;

3) demnach die kalkreichen und grobkörnigen Gesteinstrümmer den Boden schneller und meist auch reichhaltiger mit Pflanzen-

nahrungsstoffen versorgen, als die kalklosen und dichten Trümmer, aber eben darum auch früher als die letzteren aus dem Boden verschwinden.

b. Wenn nun aber ein Boden noch so reich mit den eben angegebenen mineralischen Nahrungsmaterialien versorgt ist, so werden diese selbstverständlich doch erst dann den Pflanzen Nahrung spenden können, wenn sie zersetzt oder theilweise löslich gemacht worden sind. Der Boden muss demnach ausser den genannten Nahrungsmaterialien auch Aufschliessungsmittel für diese letzteren besitzen, wenn er sein Amt als Pflanzennahrungsspender in jeder Beziehung vollständig verwalten soll.

Zu diesen Bereitern der Nahrungsmittel aus den rohen Mineralmaterialien gehören nun alle diejenigen Stoffe, welche ausser Sauerstoff namentlich Kohlensäure, Verwesungssäuren und Ammoniak im Verbande mit Wasser entwickeln; denn diese Substanzen, vor allen die mit Wasser verbundene Kohlensäure und die, gewöhnlich mit Ammoniak verbundenen, Pflanzenverwesungssäuren (— Humin-, Ulmin- und Torfsäuren —) sind es, welche theils unmittelbar, theils mittelbar durch die aus ihnen sich entwickelnde Kohlensäure auf alle die obengenannten Mineralreste, namentlich auf die Kalkerde, Kali und Natron haltigen, zersetzend und theilweise lösend einwirken. — Unter ihnen machen sich zunächst bemerklich die Atmosphärilien, nämlich Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser.

α. Unter den atmosphärischen Gasen ist es bekanntlich die Kohlensäure, welche namentlich alle Mineralien anätzt und zersetzt, welche Alkalien, alkalische Erden und Eisen- oder Manganoxydul in ihrem Bestande besitzen. Soll sie aber ihre Arbeit vollbringen, so muss sie selbst entweder schon mit Wasser verbunden sein oder mit Mineralien in Berührung treten, welche schon durch Wasser so durchfeuchtet worden sind, dass die Kohlensäure fest und dauernd an ihnen haften kann. Da, wo die Gesteinsmassen der Erde frei ins Luftmeer hineinragen, würden nun zwar die Bestandtheile des letzteren fortwährend und ungehindert auf diese Massen einwirken können, wenn nicht einerseits die Wärmestrahlen der Sonne die an der Oberfläche der Gesteine abgesetzte Luftfeuchtigkeit sammt den mit ihr verbundenen Atmosphärengasen

rasch wieder zur Verdunstung anregten und andererseits die unaufhörlichen Strömungen der atmosphärischen Luft, sobald sie trocken und frei von Feuchtigkeit sind, die an den Felswänden abgesetzte Feuchtigkeit nicht mit sich fortrissen. Man kann alles dieses schon in der Natur an den frei hervortretenden Felsmassen beobachten; denn an ihnen wird man die im Schatten befindlichen oder von den feuchten Luftströmungen der Westwinde bestrichenen Felswände mehr oder weniger angewittert finden, während die von der Sonne fortwährend beschienenen oder von den trockenen Strömungen der Ostwinde bespülten Felswände mehr oder weniger frisch und unverwittert erscheinen. Die Zersetzung der festen Felsmassen durch die Atmosphärilien würde demnach trotz ihres Reichthumes an Steinzersetzungsmitteln nur eine sehr langsame und unsichere sein, wenn nicht die Natur in den erstarrten Gesteinsmassen durch die Zersprengung der letzteren mittelst fortwährenden Wechsels höherer und niederer Temperaturgrade Risse und Spalten erzeugte, in denen die Feuchtigkeit mit ihren atmosphärischen Gasen gegen die Verdunstung geschützt wäre und ungehindert die Gesteinswände anätzen könnte, — und theils durch die Bepflanzung der angefeuchteten Felswände mit Flechten, welche unaufhörlich Feuchtigkeit und Kohlensäure anziehen und festhalten und so die Gesteinsflächen gegen die rasche Erhitzung durch die Sonne und die austrocknende Gewalt der Luftströmungen für ihre Zersetzung vorbereitete.

Auf die in einem Boden lagernden Felstrümmer wirken nun zwar die Atmosphärilien ebenfalls zersetzend ein, aber nur dann, wenn die Bodenkrume so locker ist, dass Luft und Wasser in ihr Inneres eindringen kann, und dabei diese Zersetzungsstoffe so angezogen hält, dass sie nicht so rasch durch ihre Masse durchsintern können, dass sie keine Zeit behalten, um sich mit den Gesteinstrümmern verbinden zu können. In dieser Beziehung wirkt der, — sich leicht erhitzende und das in ihn eindringende Wasser theils leicht wieder verdunstende, theils rasch durch sich durchsickern lassende —, Sandboden am nachtheiligsten auf die in seinem Schoosse lagernden Felstrümmer, zumal wenn er keinen das Wasser festhaltenden Untergrund besitzt. Ebenso ungeeignet erscheint der strenge, das Wasser allzustark in sich sammelnde, kalte und sich auch ganz gegen den Zutritt der Luft verschliessende

Thonboden für die Zersetzung der in ihm lagernden Felstrümmer. Dagegen erscheint der immer lockere, mässig warme, nicht allzufette Lehm- und Mergelboden ganz geeignet für das Wirthschaften der Atmosphärilien und die leichte Zersetzung der in ihm lagernden Gesteinstrümmer.

β. Schneller und vollständiger indessen führen die auf und in einem Boden vorhandenen Pflanzen theils schon während ihres Lebens durch die Ausscheidungsstoffe ihrer, nach mineralischer Nahrung begierigen, Wurzeln, theils erst durch die, nach ihrem Absterben entstehenden, Fäulniss- und Verwesungssubstanzen die Zersetzung der in einem Boden vorhandenen Steintrümmer herbei. — Es ist schon früher mitgetheilt worden, dass die Saugzasern der lebenden Pflanzenwurzeln sich so fest an die Oberfläche der in einem Boden vorkommenden Steintrümmer ansaugen, dass man sie kaum von derselben lostrennen kann. Nach Lostrennen derselben wird man dann finden, dass an allen Stellen der Steinoberfläche, an denen die Wurzelzasern hafteten, die Steinmasse angeätzt und mürbe erscheint. Diese Erscheinung lässt sich nur dadurch erklären, dass die sich an die Gesteinsmasse anklammernden Wurzelzasern Flüssigkeiten ausschwitzten, welche Steinzersetzungsmittel, z. B. Sauerstoff, Kohlen- oder organische Säuren (Gerbe- und Oxalsäure) und ammoniakalische Substanzen, enthielten und nun mittelst derselben die in den Gesteinen vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden in lösliche Nahrungssalze umwandelten. Deutlich kann man dieses beobachten, wenn man eine eben dem Samen entsprossene Eichenpflanze so über einem mit Wasser gefüllten Glase befestigt, dass nur ihre feinsten Wurzelspitzen in das Wasser eintauchen. Versetzt man dann das Wasser mit einigen Tropfen Eisenvitriollösung, so wird schon nach einigen Stunden das im Glase befindliche Wasser schwärzlichbläulich oder tintenähnlich erscheinen, eine Färbung, welche nur dadurch hervorgebracht wird, dass die Wurzelspitzen der Eichenpflanze Gerbsäure aussonderten, welche den im Wasser gelösten Eisenvitriol in gerbsaures Eisenoxydul umwandelten.

Noch auffallender indessen wirken, wie ebenfalls schon früher mitgetheilt worden ist, die aus den abgestorbenen Körpergliedern der Pflanzen entstehenden Fäulniss- und Verwesungsflüssigkeiten (— die sogenannten Humus- und Torfflüssigkeiten —) auf die

Zersetzung und Löslichmachung der in einem Boden befindlichen Steintrümmer ein, wie man schon an den Düngerhaufen beobachten kann, welche aus abwechselnden Lagen von vegetabilischen oder auch thierischen Verwesungsmassen und zermalmtem Steinschutt (z. B. von Chauseeschutt von Granit, Porphyr, Basalt oder Kalkstein) bestehen und öfters mit Wasser tüchtig begossen werden. In diesen „Composthaufen“ wird man schon nach einem halben Jahre den Mineralschutt fast ganz zersetzt finden, namentlich wenn recht viel Kalk in ihm vorhanden; ja man wird dabei auch bemerken, dass die vorhandenen Verwesungsmassen, zumal wenn sie stickstoffhaltig sind, namentlich durch den kalk- oder kalireichen Mineralschutt, erst angeregt werden, aus ihren Stickstoffsubstanzen Salpetersäure zu entwickeln, mit welcher sich dann sowohl der Kalk wie die Alkalien zu leicht löslichem Salpeter verbinden. Noch viel stärker und schneller geht die Zersetzung des zerkleinerten Steinschuttes vor sich in den Düngerjauchen, welche auch gleich die aus dem letzteren gewonnenen Mineralsalze in sich auflösen, so dass sie für die Pflanzen die reichhaltigste Nahrungsflüssigkeit („Bouillon“) bilden. — Aus den ebengenannten beiden Beispielen ersieht man zugleich, dass die Steintrümmer eines Bodens von ihrer Seite aus auch die Verwesung und Zersetzung der in einem Boden vorhandenen Organismenreste befördern können, wenn sie reich an Kalk oder Alkalien sind, weil diese Mineralbestandtheile sehr begierig nach Verwesungssäuren, namentlich nach Humin-, Kohlen- und Salpetersäure sind. Nur müssen auch die atmosphärischen Umwandlungspotenzen, namentlich Feuchtigkeit und Sauerstoff, ununterbrochen im gehörigen Maasse vorhanden sein, durch welche einerseits die Steintrümmer angeregt und andererseits die Organismenreste in Humussubstanzen umgewandelt werden können; denn im ausgetrockneten Zustande können Mineralien und Organismenreste nicht auf einander einwirken. Die auf der Oberfläche eines Bodens liegenden Pflanzenabfälle bekommen die zu ihrer Verwesung nöthigen Mengen von Sauerstoff und Feuchtigkeit schon unmittelbar aus der Atmosphäre; sie können darum leichter und schneller verwesen und durch ihre Verwesungsflüssigkeiten auf die im Boden vorhandenen Steinreste einwirken, als die in diesem letzteren vorhandenen, an sich schon schwerer verwesenden, Pflanzenglieder. Sollen daher diese letzteren

leichter und schneller sich zersetzen, so muss die sie umschliessende Bodenmasse mit wirken. Und sie vermag dieses auch dadurch, dass sie einerseits sich stets so locker erhält, dass die atmosphärische Luft mit ihrer Feuchtigkeit sie nach allen Richtungen hin durchdringen kann, und andererseits die in ihre Masse eindringende Luft und Feuchtigkeit in sich bis zu einem bestimmten Grade ansammeln und festhalten kann, dabei aber auch die atmosphärische Wärme nur so weit in sich wirken lässt, als es nothwendig ist, um das im Boden vorhandene überflüssige Wasser wieder soweit zur Verdunstung zu reizen, dass der Boden nur mässig feucht bleibt und sein Wassergehalt nicht alle, zur Anregung der sich zersetzen wollenden Stein- und Pflanzenreste nöthige, Wärme verschluckt. — Nach allem diesen muss demnach der Boden auch die Eigenschaft besitzen, das Auftreten und Wirthschaften der atmosphärischen Wärme, Luft und Feuchtigkeit in seinem Schoosse so zu lenken und zu regeln, dass diese Umwandlungspotenzen ungehindert und in richtiger Weise auf die Zersetzung der in ihm vorhandenen Stein- und Organismenreste einwirken können. Dass in dieser Weise wieder der lehmige und mergelige Boden die besten Regulatoren sind, und dass ebenso der sand- oder kalkreiche Boden durch seine leichte Erhitzbarkeit und Wasserverdunstungskraft namentlich in sonnigen, luftreichen Lagen die volle Verwesung der auf und in ihm vorhandenen Organismenreste und in Folge davon auch die Zersetzung seiner Gesteinstrümmer hemmt, ist früher schon erwähnt worden.

§ 36. Uebersicht der Verrichtungen des Bodens für die Pflanzen. — Aus allem, bis jetzt über den Einfluss des Bodens auf das Pflanzenleben, Mitgetheilten ergibt sich also im Allgemeinen Folgendes:

Der Boden bildet:

I. den Wohnsitz der Pflanzen und muss als solcher

a. soviel Raum in seiner Masse besitzen, dass die Wurzeln der ihn bewohnenden Pflanzen sich ihrer Natur gemäss entwickeln können (— Tiefgründigkeit —);

b. soviel Bindigkeit (Consistenz) seiner Massetheile haben, dass die Wurzeln seiner Pflanzen mit ihren Aesten und Zweigen

sich zu ihrer Sicherheit gegen Wind und Wetter gehörig festklammern können;

II. Das Magazin der rohen Materialien, aus welchen nicht nur die Hauptnahrungsmittel der Pflanzen gebildet, sondern auch die Gemengtheile seiner Erdkrumenmasse vermehrt oder verbessert werden. Diese Materialien bestehen:

a. entweder aus den Gesteinstrümmern, welche in und auf dem Boden lagern,

b. oder aus den Körperresten abgestorbener Pflanzen.

Die in dem Boden vorkommenden Gesteinstrümmer können indessen, wenn sie zersetzbar sind, mit der Zeit verbraucht werden, so dass dann nur noch die Reste der grade den Boden bewohnenden Pflanzen übrig bleiben. Diese Pflanzenreste geben alsdann die Hauptbildungsmaterialien für die Nahrungsmittel der später den Boden bewohnenden Pflanzenarten ab. Denn alle diese Pflanzen geben dem Boden bei ihrer vollständigen Zersetzung alle die Mineralsalze, welche sie während ihres Lebens ihm entzogen haben, wenn auch oft in veränderter Zusammensetzung, wieder zurück.

III. das Laboratorium, in welchem die Gesteins- und Organismenreste so zubereitet werden, dass sie gegenseitig auf einander einwirken und dadurch die eigentlichen Nahrungsstoffe für Pflanzen schaffen können. Diese Wechselwirkung führt der Boden hauptsächlich dadurch herbei, dass er atmosphärische Luft, Feuchtigkeit und Wärme in dem Maasse in sich aufsaugt und in der Weise in sich vertheilt und festhält, dass sie ungeschwächt und ungehindert auf die Stein- und Organismenreste einwirken können. „Die in den Steinresten vorhandenen, nach Verwesungs- oder Organismensäuren begierigen, starken Salzbasen der Alkalien und alkalischen Erden wirken unter dem Einflusse der atmosphärischen Wärme und Feuchtigkeit anregend ein auf die Organismenreste, so dass diese unter dem Einflusse des Sauerstoffes Säuren aus sich entwickeln, welche sich mit den genannten Basen zu in Wasser löslichen Nahrungssalzen der Pflanzen verbinden.“ Aber die in einem Boden vorhandenen Organismenreste selbst werden überhaupt nur dann wirklich verwesen und aus sich heraus Pflanzennahrungsstoffe entwickeln können, wenn ihnen der Boden Luft und Feuchtigkeit zuführt, wie früher schon mitgetheilt

worden ist. — Ausserdem aber gibt es noch Gesteinstrümmer, welche sich unmittelbar entweder in dem Kohlensäure haltigen (— z. B. Kalkstein und Dolomit) oder auch schon in dem reinem Wasser (— z. B. Gyps —), welches dem Boden durch die atmosphärischen Niederschläge zugeführt wird, auflösen. Dieses ist aber hauptsächlich dann der Fall, wenn der Boden das in sein Inneres gelangende Wasser einerseits nicht zu schnell wieder verdunsten und andererseits nicht zu schnell durch seine Masse durchsintern lässt.

IV. Der Boden bildet nun weiter auch den Nahrungsspeicher (die Speisekammer) für die Pflanzen, in welchem die zubereiteten Nahrungsstoffe angesammelt und aufbewahrt werden. Diesen Speicher nun bildet er durch seinen Thongehalt, welcher alle die löslich gewordenen Nahrungsstoffe in sich aufsaugt und festhält.

1) Manche dieser Nahrungsstoffe, so namentlich die leicht löslichen Salze der Alkalien, hält er nur locker und im gelösten Zustande mit sich verbunden, so dass die Wurzeln der ihn bewohnenden Pflanzen sie augenblicklich in sich aufsaugen können. Das sind hauptsächlich die Nahrungsmittel der Gegenwart.

2) Andere dieser Nahrungsstoffe aber, so namentlich der kohlensaure Kalk, das kohlensaure Eisenoxydul, der Gyps und die Kieselsäure, saugt der Thon so fest in sich auf, dass sie sich halb chemisch mit seinen Massetheilen verbinden, beim Austrocknen der letzteren sich verdichten — wie dieses der Mergel, Eisenthon, Gypsmergel und Lehm zeigt —, und nur dann wieder löslich werden, wenn mit Kohlensäure oder Verwesungssäuren verbundenes Wasser stark auf sie einwirkt. Diese Mineralstoffe bilden gewöhnlich die Nahrungsmittel für die Zukunft.

V. Endlich muss nun der Boden auch den Regulator für das richtige Einwirken der atmosphärischen Wärme und Luft, sowie des Wassers darstellen, insofern seine Bestandesmasse das Vermögen besitzen muss, diese Agentien in richtigem Maasse in sich aufzunehmen, gleichmässig unter ihre Massetheile zu vertheilen und von ihnen wieder an die Atmosphäre soviel zurückzugeben, dass sie stets mässig warm, luftig und feucht bleibt und dabei auch alle diejenigen Gase und unreinen — z. B. freie Säuren und Pilzsprossen haltigen — Dünste ausstösst, welche auf die

Gesundheit der in ihm wurzelnden Pflanzen schädlich einwirken können.

Jede den Boden lockernde Substanz, wie z. B. Sand und zähe, trockne, den Boden nach allen Richtungen durchziehende Wurzelreste, befördert den Eintritt und die Ausbreitung der Atmosphärilien und der Wärme; jede fort und fort Wasser ansaugende und dasselbe festhaltende Substanz aber, — wie z. B. Thon, starke Moosdecken, namentlich von Wassermoosen und Astmoosen — und dicke Filzwurzeln von Borstengräsern — verschliesst bei allzustarker Wasseranhäufung den Boden gegen die Luft und die atmosphärische Wärme. Nur die in voller Zersetzung begriffenen Organismenreste erzeugen viele Wärme im Boden, bewirken aber auch eine starke Vermoderung der noch unzersetzten Pflanzenreste und in Folge davon eine starke Pilzbildung im Boden, wenn der letztere viel Wasser enthält und sich dadurch gegen die Luft verschliesst. Dieser Uebelstand wird in der Natur durch starke Windströmungen theilweise gehoben, indem diese letzteren durch starkes Rütteln der Bäume und Sträucher den Boden auflockern, dass einerseits die in ihm enthaltene Moderfeuchtigkeit (qualmige Luft) theilweise verdunsten und andererseits frische Luft in ihm eindringen kann, zugleich aber auch die auf dem Boden lagernden und denselben bei starker Anhäufung verschliessenden Laubabfälle auflockern und mit frischer Luft versorgen.

§ 37. Abhängigkeit der Pflanzenproductionskraft eines Bodens von seiner näheren oder weiteren Umgebung. — Wenn nun aber der Boden sein Amt als Regulator, Ernährer und Pfleger der Pflanzen in jeder Beziehung regelrecht ausführen soll, dann muss auch seine Ablagerungsart, sein Untergrund und seine Umgebung ihn unterstützen.

1) Die Ablagerungsart eines Bodens kann wagrecht, beckenförmig (concav), gewölbt (convex) oder schief (abhängig) sein. Nur in der wagrecht abgelagerten Bodenmasse kann sich die Feuchtigkeit mit ihren gelösten Nahrstoffen gleichmässig ausbreiten; in der schiefliegenden Bodenmasse dagegen wird sich die in ihr ansammelnde Wassermenge sowohl, wie auch die sahlammigweiche Erdmasse stets nach den tiefer gelegenen Stellen hin bewegen, wie man an allen Berggehängen und Hügelwellen beobachten kann. In den concaven Strecken der Wellenhügel-

länder offenbart der Boden stets ganz andere Fruchtbarkeitsverhältnisse als auf den convex gewölbten Rücken dieser Landesgebiete.

2) Auch der Untergrund einer Bodenablagerung übt einen grossen Einfluss auf die Pflanzenproductionsart dieser letzteren aus. Ein sehr lockerer, stark verdunstender, sand- oder kalkreicher Boden wird nur dann sich fruchtbar zeigen, wenn er einen Untergrund besitzt, welcher das von aussen her durch die Oberbodenlage niederwärts rieselnde Wasser so zusammenhält, dass er die letztere, wenn sie in Folge von Erhitzung und Verdunstung austrocknet, durch seinen Wassergehalt immer wieder anfeuchtet, wie dieses der Fall ist, wenn der Untergrund aus einer compacten Felsmasse, aus Torflagern oder aus Thon besteht. Dagegen wird ein strengthoniger, durch sich selbst das Wasser zusammenhaltender Boden viel von seiner überschüssigen Nässe verlieren, wenn er einen lockeren, durchlässigen, sand- oder geröllreichen Untergrund besitzt. Ueberhaupt muss ein Untergrund, welcher seiner Oberbodenlage erspriessliche Dienste leisten soll, in Beziehung auf Wasseransaugung und Wasserhaltung stets die entgegengesetzten Eigenschaften seiner Oberbodenlage besitzen. — Aber ein zweckmässiger Untergrund vermag auch seine Oberbodenlage nicht nur mit Wasser, sondern auch mit Nahrungsmitteln zu versorgen, sei es nun, dass er diese letzteren erst durch das aus der Oberbodenlage zu ihm niederrieselnde Wasser empfangen und in sich angesammelt, sei es auch, dass er selbständig diese Nahrungsstoffe aus seiner eigenen Bestandesmasse präparirt hat. In dieser Beziehung ist namentlich der Torfuntergrund ein unaufhörlicher Nahrungsspender für die Dünen- oder Flugsandablagerungen, indem er die aus der Zersetzung seiner Pflanzenmassen frei werdenden gasförmigen Substanzen, vor allen Kohlensäure und kohlensaures Ammoniak, mit seinem empordringenden Wasser den Pflanzenwurzeln in der Oberbodenlage zusendet. Und ebenso erzeugt ein kalkiger Untergrund (z. B. der sogenannte Wiesenmergel) mittelst dem aus der Oberbodenlage niedersinternden kohlensäurehaltigen Wasser fortwährend löslichen doppeltkohlensauren Kalk, welchen er dann mit seinem aufsteigenden Wasser der Oberbodenlage wieder zusendet. In ähnlicher Weise entstehen aus einem Untergrunde, welcher aus zersetzbarem

Felsgesteine besteht, lösliche Kieselsäure und kohlensaure Alkalien, welche alle der Oberbodenlage zugefluthet werden.

An Berggehängen kann indessen die Unterlage eines Bodens, zumal wenn sie aus festem Fels — z. B. aus Schiefern oder ganz ebenflächigen Kalksteinen besteht, insofern für den auf ihr lagernden Boden gefährlich werden, als sie durch das auf ihr sich ansammelnde Regenwasser ganz schlüpfrig wird und dann das aufliegende Erdreich, sobald es recht durchnässt worden ist, auf ihrer Oberfläche sammt allen auf ihr befindlichen Pflanzen bergab schieben lässt, so dass am Fusse der Berggehänge ein hoher Erdschuttwall entsteht, welcher ein wüstes Chaos von Pflanzenresten und Erdmasse bildet.

Ist endlich die Unterlage eines Bodens von senkrecht oder auch schief in die Tiefe streichenden Rissen oder Spalten durchsetzt, wie dieses namentlich oft bei felsigem Untergrunde — z. B. beim Dolomit, Kalk- und Sandstein vorkommt, dann sinkt alles aus der Atmosphäre und dem Oberboden auf sie gelangende Wasser in die Risse der Unterlage ein, so dass diese kein Wasser für den Oberboden auf sich ansammeln kann. Nur wenn diese Risse nicht zu tief in die felsige Unterlage einschneiden und an ihrem unteren Ende geschlossen sind, wird dann, wenn diese Risse vollständig mit Wasser angefüllt sind, bei noch weiter zutretendem Regenwasser auch der Oberboden zeitweise mit Bodenwasser versorgt werden und dann sogar quellig erscheinen.

3) Endlich übt auch die nähere Umgebung eines Bodengebietes einen sehr grossen Einfluss auf die Fruchtbarkeit desselben aus. In dieser Beziehung treten zunächst hervor

a. die ein Bodengebiet durchziehenden Flüsse. Und wenn ein die Bodenfläche durchschlängelnder Bach noch so klein ist, das Erdkrumennaschen kann er doch nicht lassen. An der einen Stelle seines Flussbettes unternagt er das von ihm beleckte Ufer so, dass am Ende das unterwaschene Erdreich zusammenbricht und so eine im Verlaufe der Zeit immer weiter ins Land einschneidende Bucht entsteht, während er das so abgeschlämmte Erdreich benutzt, um an dem entgegengesetzten Ufer eine früher entstandene Bucht wieder auszufüllen oder eine neue Halbinsel aufzuschwemmen. Und wenn seine Wassermenge durch starke Regenniederschläge so angeschwollen ist, dass der Bach seine

Ufergelände überschwemmt, dann setzt er all seinen Landesraub auf der Oberfläche des Geländes ab und verändert hierdurch den Boden desselben sowohl in seiner Mächtigkeit, wie in der Natur seiner Masse um so stärker, je gewaltiger seine übergetretene Wassermasse ist und je länger sie auf dem von ihm überschwemmten Boden stehen bleibt. Aber wenn auch der Bach ganz ruhig und sanft in seinem Bette dahinschleicht und dabei sein Wasser scheinbar ganz schlammfrei und so durchsichtig und farblos erscheint, dass man die kleinsten Körperchen auf seinem Grunde erkennen kann: Ganz frei von aufgelösten Stoffen, — so namentlich von Salzen, Gyps, Kalk oder Alkalien — ist sein Wasser doch nicht. Und alle diese aufgelösten Substanzen gibt es an die erdigen Ufermassen ab, welche es begierig aufsaugen und dann weiter in das Innere des Uferbodens schaffen, so dass oft das die Bachufer unmittelbar begrenzende Land ganz andere Pflanzenproductionskraft zeigt, als der weiter vom Bache entfernt liegende Boden. Oft erscheint alsdann das Uferland sumpfig oder moorig, während das weiter landeinwärts liegende Bodengebiet nur mässig feucht und mulmig erscheint; und oft wird alsdann das erstere von sauren Sumpfgräsern bedeckt, während die weiter vom Bache entfernter liegenden Fluren die besten Süssgräser tragen. Nicht selten führt dann auch das Wasser der Flüsse Eisensalze in sich aufgelöst, welche dann in dem Boden der Ufergelände Ablagerungen von unlöslichem Eisenstein (sogenannten Raseneisenstein oder Ortstein) bilden. Diese für das Leben der Pflanzen gefährlichen Eisenbildungen, welche nicht nur den Wachsthumsraum der Pflanzenwurzeln beengen, sondern auch dieselben mit einer undurchdringlichen Eisenrinde überziehen, so dass sie keine Nahrung mehr aus dem Boden aufsaugen können, erzeugen sich hauptsächlich dann, wenn Bäche durch Moorwasser gespeist werden, welches phosphor-, kohlen-, gerb- oder torfsaures Eisenoxydul in sich gelöst enthält. Alle diese Eisenoxydulsalze werden in einem von der atmosphärischen Luft durchzogenen Boden, wie dieses namentlich bei allem sandreichen Boden der Fall ist, in unlösliche Eisenmassen umgewandelt, indem durch den Sauerstoff der Luft ihr Eisenoxydul zu Eisenoxydhydrat (Brauneisenstein) wird, wodurch aus dem kohlen- und gerb- oder torfsauren Eisenoxydul einfacher Brauneisenstein, aus dem phosphorsauren Eisenoxydul aber unlösliches

phosphorsaures Eisenoxydhydrat wird, wie man namentlich an dem oft schlackenähnlichen, in Knollen auftretenden und darum „Klump" genannten Raseneisen- oder Ortstein beobachten kann. — Endlich führen auch die Fliessgewässer oft gelösten torf- oder geïnsauren Kalk in den Boden der Ufergelände, wo er dann unter dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffes sich in unlöslichen, einfach kohlensauren Kalk umbildet, welcher dann in dem Boden eine zusammenhängende Ablagerung von sogenanntem Wiesenmergel darstellt.

Wie der Bach, so wirkt auch jeder grössere Fluss, aber in grösserem und stärkerem Maassstabe auf das von ihm durchzogene Landesgebiet ein. Gleitet er ruhig und sanft in seinem Bette durch das Land, dann wäscht er wohl auch an dem einen Ufer mehr oder weniger tief in das Uferland eindringende Buchten aus, um das so geraubte Land an anderen Stellen seines Bettes wieder abzusetzen, theilt er auch reichlich von seinen gelösten Pflanzennahrungsstoffen der Erdkrume seiner Ufergelände mit; wenn er aber bei angeschwellter Wassermasse in stürzendem Strome sein Bett mit rasender Geschwindigkeit durcheilt, dann zerreisst er die ihn einengenden Ufer, dann überfluthet er seine Ufergelände weithin und überschüttet sie nicht selten mit einem das fruchtbare Land tief vergrabenden, wüsten Schutte von Felstrümmern aller Art, so dass es lange Zeit braucht, ehe das vergrabene Erdreich sich wieder mit einer blühenden Pflanzencolonie bekleiden kann; dann auch bleibt dem schnell vorwärts schiebenden Gewässer keine Zeit, um die in ihm gelösten Mineralsalze an die Erdkrume seines Ufergeländes abgeben zu können.

Nach allem eben Mitgetheilten üben also die Fliessgewässer unmittelbar einen doppelten Einfluss auf das von ihnen durchzogene Landgebiet aus: Sie verändern einerseits die Masse des Bodens, insofern sie dieselbe entweder mit neuen Massetheilen versorgen oder durch Wegschwemmen vermindern und andererseits die Bodenmasse bei ihrem Einsintern in dieselbe mit gelösten Substanzen versorgen, von denen die einen den im Boden wurzelnden Pflanzen zur Nahrung dienen, die anderen aber im Boden unlöslich werden und dann selbständige, den Pflanzen zum Theil schädliche, Lager im Boden erzeugen. Mittelbar aber üben die ein Bodengebiet durchziehenden Fliessgewässer dadurch einen bedeutenden Einfluss auf einen Boden aus, dass sie durch die fort-

währende Verdunstung ihres Wassers den Boden gerade in der heissesten Zeit des Jahres soviel Feuchtigkeit spenden, als er einerseits zur Erquickung der ihn bewohnenden Gewächse und andererseits zur Löslichmachung der Pflanzennahrungssalze braucht. Ist freilich eine Bodenmasse an sich schon von Wasser stark durchdrungen, dann kann auch der vom Dunst der Flüsse fortwährend benetzte Boden allmählich zu einem Schlammmoraste oder einem Torfmoore werden, welches nun selbst fortwährend qualmigen Nebel ausstossend nur noch Colonien von Sumpf- und Moorpflanzen einen Wohnsitz gewährt.

b. Auch die ein Bodengebiet umgebenden Berge üben einen grossen Einfluss auf die Natur und Pflanzentragkraft eines Bodens aus.

1) Schon mässig hohe, weit ausgedehnte Bergrücken wirken auf die Witterungsverhältnisse einer Gegend, indem sie die einen Luftströmungen in dieselbe voll und frei eindringen lassen, während sie die andern ganz abschliessen oder nur geschwächt in dieselbe eindringen lassen. So ist allgemein bekannt, dass im mittleren Deutschland Ländereien, welche an ihrer Ostgrenze von Bergrücken begrenzt sind, an ihrer Westseite aber offen und eben da liegen, vorherrschend von Feuchtigkeit bringenden Westwinden bestrichen werden und darum weit regenreicher und feuchter sind, als Thalländereien, welche an ihrer Westseite von Bergen begrenzt und an ihrer Ostseite den wasserarmen Ostwinden geöffnet sind. Ebenso bilden namentlich höhere Bergrücken, ja oft schon einzelne Berggipfel die Wetter- und Gewitterscheiden für die niederen Landgebiete, zumal wenn sie bewaldet sind. Im Allgemeinen darf man daher die Berg- oder Gebirgszüge, welche ein Bodengebiet durchziehen oder umgürten, als die Regulatoren der Witterungsverhältnisse dieses Gebietes betrachten.

2) Aber die Berge wirken auch verändernd auf die Bestandesmassen der an ihrem Fusse gelegenen Ländereien ein und verbessern oder verschlechtern dieselben. In dieser Beziehung kommt viel darauf an, ob ihre Gehänge sanft oder steil abfallen, ob sie mit groben Felstrümmern oder mit kleinkörnigem Grus oder Sand oder nur mit Erdkrume bedeckt sind, ob sie mit einer dichten, kräftigen Pflanzendecke bekleidet oder ganz kahl sind.

Ganz pflanzenleere, noch dazu sehr schief oder steil abfallende Berggehänge werden durch jeden Regenniederschlag eines Theiles ihrer Erdkrume beraubt, bis sie am Ende nur noch von schwerer transportirbaren Steingeröllen bedeckt sind, welche dann aber auch durch starke Regenströme noch den an ihrem Fusse lagernden Ländereien zugefluthet werden, so dass am Ende diese letzteren ganz unter einer unfruchtbaren Steinschuttdecke vergraben werden. Nur wenn die Berggehänge dicht mit sehr grossen, schweren Felsblöcken ganz bedeckt sind, vermögen selbst starke Regenniederschläge nur das zwischen den Blöcken befindliche Erdreich theilweise fortzuschlämmen und den am Fusse der Berge gelegenen Bodenmassen zuzuführen, so dass diese dadurch oft mit der nahrungsreichsten Erdkrume, und zwar nachhaltig, versorgt werden, wie man auf den Wiesen- und Ackerländereien am Fusse von ganz mit Blöcken bedeckten Gehängen der Basaltberge beobachten kann. Durch diese Erdzuschwemmungen von Berggehängen wird nicht selten die Natur eines Bodens ganz umgeändert, wird aus einem früher sandreichen ein lehm- oder thonreicher, aus einem früher kalklosen ein kalkreicher, aus einem früher nahrungsarmen ein nahrungsreicher Boden; es kann aber auch umgekehrt ein früher thonreicher zu einem sandreichen u. s. w. Boden werden.

3) Nicht unbemerkt darf es endlich hier bleiben, dass die Berge häufig den Sitz von Quellen bilden, welche das am Fusse der Berge befindliche Land durchrieseln, befeuchten und mit ihren in Lösung befindlichen Mineralsalzen befruchten.

c. Wie die Berge, so üben auch die in einem Bodengebiete auftretenden Wälder einen bedeutenden Einfluss auf dieses letztere aus. Auf den Höhen der Berge bilden sie bekanntlich ebenso wie diese letzteren selbst die Regulatoren der Luftströmungen und der Regenniederschläge; an den Gehängen der Berge aber schützen sie das Erdreich gegen das Abrutschen und Fortschlämmen. — Aber weit ausgedehnte, geschlossene, mit dicht belaubten Kronen versehene Wälder können zumal, wenn sie sich auf nebelreichen, mit beckenförmigem, undurchlässigem Untergrunde versehenen Hochplateaus oder auf an sich feuchten, von Flüssen fortwährend bewässerten Ebenen ausbreiten, dadurch, dass sie alle Nebel- und Regenfeuchtigkeit in sich ansammeln und sowohl alle trockenen Luftströmungen, wie auch die zur Verdunstung anregenden Sonnen-

strahlen nicht in ihr Inneres eindringen lassen, in den letzteren eine stehende, moderige, mit Pilz- und Wassermoossprösslingen erfüllte Dunstschicht ansammeln, durch welche nicht nur ihre einzelnen Baumstämme faulig, sondern der ganze Boden ihres Standortes moorig gemacht werden. Dass hierdurch mit der Zeit ganze Waldungen zu Grunde gerichtet und in qualmige Moore umgewandelt werden können, ist allbekannt. Aber noch nicht genug: Die so entstandene Vermoorung kann sich nun auch auf den Boden der am Rande der Wälder lagernden Triften, Wiesen und Ackerländereien fortpflanzen und ihn ebenfalls moorig machen. Es kann dieses auf zweierlei Weise vor sich gehen, nämlich einmal dadurch, dass die faulige Flüssigkeit der Waldmoore am Rande der Wälder auf den freien Boden der angrenzenden Ländereien übersintert und denselben so vorbereitet, dass die moorbildenden Gewächse, so namentlich die Wassermoose, auf ihm einen geeigneten Wohnsitz finden, — oder zweitens dadurch, dass die in den Wäldern angehäufte Moderdunstschichte seitwärts aus den letzteren hervordrängt und sich über dem freien Lande ausbreitet. Ist in diesem Falle das letztere rings von Wäldern so umschlossen, dass kein trockner Luftstrom diese Moderluft verjagen kann, sodann schlägt sie sich während der kühlen Nächte auf demselben nieder. Und geschieht dieses während langer Zeiträume, so wird am Ende der Boden so von fauligem Wasser durchdrungen, dass nur noch Moorgewächse auf ihm gedeihen können.

Die Wälder versorgen überhaupt den Boden der sie begrenzenden freien Landesgebiete das ganze Jahr hindurch mit Feuchtigkeit und mancherlei Nahrstoffen für die auf ihm wachsenden Pflanzen. Lagert ein Boden am Fusse bewaldeter Berge, so führt ihm jeder Regenniederschlag nicht bloss Humussubstanzen, welche sein Wasser aus den verwesenden Laubabfällen des Waldes aufgelöst hat, sondern auch Mineralstoffe, welche die Verwesungssäuren dieser Abfälle aus den Steintrümmern des Waldes gelöst haben, z. B. doppeltkohlensauren Kalk, zu, so dass z. B. ein von Natur kalkloser Boden, welcher sich am Fusse bewaldeter Kalkberge ausbreitet, mit der Zeit kalkreich werden kann. Ausserdem aber treibt der Wald noch an jedem Morgen den anliegenden unbewaldeten Bodenflächen einen kühlen, feuchten, Kohlensäure haltigen Luftstrom zu, sobald durch den Einfluss der Sonnenstrahlen

auf diesen freien Flächen ein aufsteigender Luftstrom entstanden ist, so dass sich auf diesen Flächen ein luftverdünnter Raum bildet, welcher nun durch die Waldesluft wieder ausgefüllt wird. Ganz besonders zeigt sich dieser alltägliche Waldluftstrom auf Bodengebieten, auf denen sich inselförmig kleinere Feldgehölze ausbreiten. — Durch diese alltäglichen Waldluftströmungen wird ein Boden namentlich in heissen, regenarmen Sommermonaten gespeist und vor dem Austrocknen bewahrt; ist freilich eine solche Bodenfläche ringsum von hochstämmigen, dicht belaubten Waldbäumen umschlossen, so kann sie in an sich feuchten und schattigen Lagen auch zu nass werden und dann versumpfen.

II. Abschnitt.

Das Verhalten der lebenden Pflanzen zum Erdboden.

§ 38. Die Pflanze als Bodenerzeugerin im Allgemeinen. — Die Natur übergibt der Pflanze wohl den Platz, auf welchem sie sich ansiedeln kann, und auch das Magazin mit den Materialien, aus welchen sie die ihr nöthigen Nahrungsmittel erhalten soll, aber sie selbst muss sich erst auf dem ihr angewiesenen Wohnplatze ihr Wohnhaus herstellen und aus den ihr zugewiesenen rohen Nahrungsmaterialien die für ihr Gedeihen nothwendigen Ernährungsmittel zubereiten. Nun besteht aber das Baumaterial zur Herstellung ihres Wohnhauses und das Bildungsmaterial für ihre Nahrungsmittel aus hartem festen Gesteine. Das Alles vermag eine Pflanze, welche ausgebildete und fortwachsende Wurzeln besitzt und darum höchstens nur in feuchten, luftigen Felsspalten mit diesen letzteren sich anklammern und ausbreiten kann, nicht auszuführen. Nur Pflanzen-Arten, welche fast wurzellos sind und das Vermögen besitzen, sich mit der Unterfläche ihres Körpers an der Oberfläche der nackten Felsmassen so fest anzusaugen, dass weder heftige Windströmungen noch niederrauschende Regengüsse sie abzulösen vermögen, und dabei ihre Hauptnahrung vorherrschend aus der sie umfluthenden Luftfeuchtigkeit entnehmen, vermögen sich für die Dauer auf den Felsflächen anzusiedeln, wenn diese

vorher von Luftströmungen angefeuchtet worden sind; ja diese in der Regel ausserordentlich kleinen Pflanzen können sogar das härteste Gestein so vorbereiten, dass es sich zersetzt und in die ersten Spuren von Nahrung spendender Erdkrume umwandelt.

Unter diesen mikroskopisch kleinen Gewächsen, deren Sämlinge, Keimlinge oder Sporen in jeder feuchten Luft in unzählbarer Menge umherschwimmen, gibt es drei Familien, welche die Natur dazu bestimmt hat, alle Körper, feste wie flüssige, in Wohnsitze für das mächtige, allüberall verbreitete, für alles Thierleben so nothwendige Reich der Pflanzen zuzubereiten. Es sind dies die Familien der Pilze, Algen und Flechten.

1) Die *Pilze,* unter denen die Arten der *Baccilarien* und *Bacillen* sich am bemerklichsten machen, sind dazu bestimmt, die krankhaften Organismenkörper in Erdreich umzuwandeln.

2) Die *Algen* aber haben das Amt, die mit fauligen Organismenresten versehenen Gewässer zu reinigen und für Thiere und Pflanzen bewohnbar zu machen.

3) Und die *Flechten* oder *Lichenen,* — diese merkwürdigen Zwitterbildungen, welche aus einer Copulation von Algen und Pilzen entstehen —, sollen namentlich das von der Luft und Feuchtigkeit angewitterte Gestein, aber auch die harte, der Fäulniss widerstehende Rinde der Gewächse in Erdkrume umwandeln.

Unter ihnen allen sind demnach die Flechten für die Umwandelung der festen Gesteinsmassen in Erdboden von der grössten Bedeutung. Sie sollen daher im Folgenden näher betrachtet werden.

§ 39. Die Flechten als Bodenerzeugerinnen. — Wer die aus gebrannten Thonziegeln bestehenden beiden Dachflächen eines Hauses, dessen Firste von Süd nach Nord hin streicht, von ihrer Entstehung an betrachtet, der wird bemerken, dass schon nach kurzer Zeit die frische rothe, nach West hin abfallende, Fläche dieses Hauses missfarbig wird und sich zuerst mit einzelnen schwarzen, braunen oder auch gelblichen Punktfleckchen bedeckt, welche an Zahl immer mehr zunehmen, bis sie zuletzt ziemlich die ganze Dachfläche überziehen, dann aber mit immer mehr hervortretenden kleinen, abgerundeten, halbkugeligen, weissgrau-

behaarten Moospolsterchen überkleidet, zwischen denen weiterhin grüne, rankend sich ausbreitende, zartbeblätterte Moose zum Vorschein kommen, während die ostwärts abfallende Dachfläche fast frisch roth bleibt und nur an den beiderseitigen Wasserrinnen einzelner Ziegeln einen Anflug der ebengenannten Ueberzüge wahrnehmen lässt. Dabei wird man auch noch bemerken, dass die Bestandesmasse der mit diesen Ueberzügen voll und dicht bedeckten Ziegeln mürb und bröckelig geworden ist. — Ganz dieselben Erscheinungen nun wird man aber auch an der Oberfläche vieler Gesteinsarten in frisch, an der West- oder Wetterseite von Felsmassen angelegten, Steinbrüchen beobachten.

Diese oft recht buntfarbigen und häufig wie mit einem Pinsel angespritzt aussehenden Ziegel- und Gesteinsüberzüge werden von *Flechten* hervorgebracht, deren überall in feuchten Luftströmungen vorhandene Keimlinge an der feuchten Oberfläche von Felswänden abgesetzt werden und sich auf derselben häuslich niederlassen, wenn anders die Masse dieser Wände durch Luft und Feuchtigkeit schon vorher so vorbereitet worden ist, dass die Flechtenkeimlinge auf ihr festhaften und sich weiter zu entwickeln vermögen; denn können auch diese kleinen Pflänzchen keine starke Nässe vertragen, so begehren sie doch zu der Weiterentwickelung ihres Körpers feuchte, luftige Kohlensäure enthaltende, Luftströmungen und ausserdem eine von feinen Haarrissen durchzogene Gesteinsoberfläche, an welcher sie sich mit ihren zarten Haftorganen fest ansaugen können. Es ist wirklich werkwürdig, dass diese Felsbewohnerinnen, obwohl sie keine Saugorgane an ihrem Körper wahrnehmen lassen und weder eigentliche Wurzeln noch Blätter zeigen, doch die Kraft besitzen, aus der von ihnen besetzten Gesteinsfläche mineralische Nahrung in ihren Körper einzuführen; denn woher sollten sie sonst die in dem letzteren vorhandenen Alkalien, namentlich Natron und Kalkerde, erhalten haben? und wie sollte es sich sonst erklären lassen, dass sie sich vorherrschend auf Felsarten niederlassen und ausbreiten, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen reichlich Alkalien, vorzüglich Kalkerde, besitzen? Man kann dieses alles schon auf einer und derselben Felsart beobachten. Auf einem Granite zum Beispiele, welcher aus Kalifeldspat (Orthoklas), Kalknatronfeldspat (z. B. Kalkoligoklas), alkalienarmen Glimmer (Eisenglimmer) und Quarz besteht, zeigen

sich am ersten und reichlichsten die Flechten auf dem Oligoklas, weit weniger auf dem Orthoklas, noch weniger auf dem Glimmer und gar nicht auf dem nur aus Kieselsäure bestehenden Quarz. So ist es wenigstens überall auf dem, am Thüringerwalde verbreiteten, Granitit. Noch stärker aber tritt dieses eigenthümliche Verhalten der Flechten zu ihrer Gesteinsunterlage hervor bei allen Felsarten, welche Kalknatronfeldspat (Plagioklas) und ein augitisches Mineral (Augit, Basalthornblende oder Diallag) enthalten, wie dieses der Fall ist bei den Diabasen, Basalten und dem Gabbro; sie alle sind, wie auch der kohlensaure Kalk, so recht eigentlich die Wohnsitze der meisten Flechtenarten. Für alle diese Felsarten bilden aber auch die Flechten die Mittel, durch welche die Verwitterung und Zersetzung derselben herbeigeführt wird.

Diese Zersetzung der Felsarten vollbringen nun die Flechten theils unmittelbar während ihres Lebens durch Ausscheidung von organischen Säuren (z. B. von Oxal- oder Weinsteinsäure), mittelst deren sie die Masse der Felsarten anätzen, theils mittelbar erst nach ihrem Absterben durch ihre Verwesungssäuren, aber auch dadurch, dass sie schon während ihres Lebens durch Ansaugung von Feuchtigkeit und atmosphärischen Gasen, sowie durch Festhaltung dieser Atmosphärilien die Oberfläche der Felsarten so vorbereiten, dass die Zersetzungsagentien — Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure — fest und dauernd an den angegriffenen Gesteinsmassen haften können. Für diejenigen Felsarten, welche eine dichte, glatte, sich leicht erhitzende und alle Feuchtigkeit rasch verdunsten lassende, Oberfläche haben, ist dieses ein Umstand von der grössten Wichtigkeit für deren Verwitterbarkeit.

Bei dieser Steinzerstörungsarbeit sind indessen nicht alle Flechten von gleicher Thätigkeit. Zuerst treten die genügsamsten, und die wenigste Mineralnahrung bedürfenden und auf den fast noch ganz frischen Felsoberflächen hausenden Arten der Krustenflechten (aus den Familien der *Verrucarien* und *Variolarien* oder *Pertusarien*) auf. Haben diese die Felsoberflächen mürbe und feinrissig gemacht, dann kommen die Schriftflechten *(Graphideen)* und Scheibenflechten *(Lecideaceen)* zum Vorschein. Und ist durch diese an der Felsfläche schon ein Anflug oder Hauch von Erdkrume erzeugt worden, dann beginnen die Arten der Schüssel- und Nabelflechten *(Parmeliaceen* und *Umbelliarieen)*

ihre, am Rande mannichfach gekräuselten und gelappten und auf ihrer Oberfläche napf- oder schüsselförmige Fruchtkörper tragenden, oft sich strahlig ausbreitenden und blattähnlichen, Körper auf den angeätzten Felsflächen fest anzusaugen. Haben auch diese ihr Erdboden-Bildungswerk vollendet, dann kommen endlich auch die, schon eine feuchte erdige Unterlage verlangenden, Becher- oder Säulenflechten *(Andonieen),* und die, ästigen, blattlosen Büscheln ähnlichen, Strauchflechten *(Cenomiceen),* von denen die Renthierflechten *(Cenomice* oder *Cladonia rangiferina)* oft weite felsige Flächen waldweise überziehen, zum Vorschein.

Jede dieser Flechtenarten arbeitet in ihrer Weise unermüdlich an der Umwandlung der starren Felsmassen in Erdreich. Die Schurfflechten schaffen in dieser Weise das Brutbett für die Schüsselflechten, diese dann weiter die Heimstätte für die Becherflechten und diese dann weiter den Wohnsitz für die Strauchflechten. Kurz, jede Flechtenfamilie arbeitet der anderen in die Hände, bis sie am Ende aus der von ihnen angeätzten Felsfläche eine dünne Lage von Erdboden geschaffen haben, welche aus einem Gemische von mineralischer Erdkrume und Flechtenhumus besteht und im Stande ist, auch der Familie der Laubmoose eine Heimath darzubieten. Das alles dauert freilich lange Zeiträume und wird gar häufig in seiner Fortbildung unterbrochen durch die atmosphärischen Wasserniederschläge, welche namentlich an schroffen Felswänden die kaum bemerklichen Erdbildungen abspülen und erst am Fusse dieser Felsen als erste Anlage von Erdboden oder hinter Felsvorsprüngen ansammeln. Durch dieses Wirthschaften des Regens wird nun zwar die erste Anlage von Erdboden auf dem angegriffenen Fels zerstört, aber zugleich auch immer wieder eine frische Gesteinsfläche blossgelegt, welche gleich wieder von Schurfflechten besetzt und bearbeitet wird. Und indem dieses Wechselarbeiten von Flechten und abspülenden Regenniederschlägen Jahr aus Jahr ein durch Jahrtausende hindurch sich fortwährend wiederholt, wird allmählich die Felsmasse lagenweise von Aussen nach Innen in Erdreich umgewandelt und am Fusse der Felswände oder auch auf wagrecht ausgebreiteten oder sanft geneigten Felsflächen eine Erdbodenlage geschaffen, auf welcher auch ungenügsamere, höhere Gewächse gedeihen können.

§ 40. Die Laubmoose als Boden- und Torferzeugerinnen. — Theils schon mit den Flechten zugleich, theils erst kurz nach der Bildung des ersten Flechtenhumus erscheinen auf den, von der atmosphärischen Feuchtigkeit benetzten, Felsflächen verschiedene Arten der *Laubmoose,* welche das Gesteins-Zerstörungswerk der Flechten fortsetzen und häufig auch vollenden. Unter ihnen treten schon auf dem kaum bemerklichen, hauchdünnen Anfluge von Schurfflechtenboden zarte, grüne Ueberzüge von Spaltzahnmoos *(Fissidens),* Gabelzahnmoos *(Dicranum)* und von den *Seligeriaceen* auf; weiterhin zeigen sich auf dem, von diesen Moosen weiter zubereiteten, Felsboden, namentlich der kieselsäurereichen und kalkarmen Felsarten, kleine, braune oder schwärzliche Polsterchen von Steinmoosen *(Andreaecacien)* und weissbehaarte, halbkugelige Polster von Bartmoosen *(Barbula muralis)* und Goldhaarmoosen *(Orthotrichum anomalium).* Alle diese Moosarten setzen die Erdbildungsarbeiten der Flechten fort. Dabei aber tritt eine wohl zu beachtende Erscheinung hervor. Während nämlich die Flechten vorherrschend Alkalien und namentlich Kalkerde zu ihrem Gedeihen brauchen und scheinbar Kieselsäure verschmähen, begehren wohl die meisten Laubmoose lösliche Kieselsäure zu ihrer Nahrung, während sie die Kalkerde zurückstossen, woher es auch kommt, dass die meisten von ihnen sich nicht auf Kalkgesteinen ansiedeln, sondern ihren Hauptsitz auf kieselsäurereichen Felsarten haben. Wenn nun aber diese Felsarten neben Kieselsäure auch Natron und Kalkerde enthalten, dann müssen zuerst die Flechten aus den sich zersetzenden Gesteinen die Kalkerde und Alkalien in sich aufsaugen, dagegen die mit diesen letzteren in den Gesteinen verbundene Kieselsäure abstossen, welche nun, im Wasser gelöst, den sich ansiedelnden Moosen zur Nahrung dient. Demnach sind die Flechten insofern die Nahrung schaffenden Gewächse für die Moose, als sie die meisten silicatischen Felsarten durch ihre Aufsaugung der alkalischen Bestandtheile und der Kalkerde zugänglich machen für die Angriffe der Moose, welche nun durch Aufsaugung der frei werdenden Kieselsäure die Feldspate und anderen Thonerde haltigen Silicate vollends zersetzen und in thonige Substanzen umwandeln. In dieser Begierde nach löslicher Kieselsäure sowohl wie nach starker Feuchtigkeit mag denn nun auch der Grund liegen, warum die

Moose vorherrschend nicht bloss auf den thonigen Verwitterungsrinden der Felsarten, sondern auch auf allen thonreichen und lehmigen Bodenarten auftreten, zumal wenn dieselben eine schattige feuchte Lage haben oder doch von feuchten Luftströmungen fortwährend bestrichen werden. Ganz vorzüglich gilt dieses von den verschiedenen Arten der Familie der Astmoose *(Hypnum)* und Stammmoose *(Polytrichum)*, sowie von den Wassermoosen *(Sphagnum)*. Auf leicht sich erhitzenden und eben deshalb auf stark verdunstenden Bodenlagen, wie z. B. auf dem rothbraunen, eisenschüssigen Lettenboden, bilden deshalb namentlich die Ast- und Stammmoose auch zumal an sonnigen oder von trockenen Luftströmungen bestrichenen Orten eine, den Boden gegen das Austrocknen schützende, Bodendecke (daher der Name: „Deckmoose"); auf an sich feucht und schattig gelegenen Orten aber können sie auch durch ihre starke Feuchtigkeitsanziehung und Feuchtigkeitsfesthaltung leicht eine Versumpfung, „Vermoosung" oder gradezu eine Vermoorung des von ihnen ganz überzogenen Standorts hervorbringen. Diese Umwandlung ihres Standortes in ein Torfmoor bringen aber die ebengenannten Familien der Ast-, Stamm- und Wassermoose einerseits durch ihre Wasserfesthaltung und andererseits durch ihre starke Wucherkraft hervor. Hat sich nämlich auf einer, an sich vielleicht ganz dürren, das Regenwasser nicht festhaltenden, Bodenmasse — nach langdauernder feuchter Witterung, — wie dieses namentlich an den fortwährend von feuchtem Seewind oder von Nebelniederschlägen beherrschten Orten, z. B. auf den Rückenflächen hoher Gebirge oder auch auf den von Sanddünen besetzten Landesgebieten der Fall ist — eine kleine Colonie der genannten Moosarten gebildet, dann saugen sich ihre einzelnen Pflanzen-Individuen so voll Wasser, dass sie zwischen den Händen schon nach gelindem Zusammenpressen das Wasser wie einen Regen aus sich herausfliessen lassen. Mit diesem überflüssig in ihren Körpertheilen angehäuften Wasser halten sie nun den einmal von ihnen besetzten Ort stets feucht, dann aber durchfeuchten sie auch mittelst des aus allen ihren Blattspitzen ausgeschwitzten Wassers die ganze Umgebung ihres Standortes so stark, dass ihre Sprösslinge ringsum sie her einen für ihre Ausbreitung geeigneten Wohnsitz finden. Nun vermehren und vergrössern sich ihre einzelnen Individuen theils durch Samen,

theils durch Weiterwachsung ihrer Stengel und Zweige so stark, dass sie in verhältnissmässig kurzer Zeit weit und breit die Bodenfläche mit einem immer dichter und dicker werdenden Geflechte ihrer Nachkommenschaft überziehen, welches zuletzt wie ein mit Wasser gefüllter Badeschwamm beim Darauftreten Wasser hervorquitschen lässt. Indem aber fortwährend eine Generation auf der anderen wächst, entsteht allmählich eine, mehrere Fuss mächtige, dicht ineinander verfilzte, Moosdecke, deren untere Lagen durch den Druck der oberen Decken auf die unteren so stark zusammengepresst werden, dass sie sich unter dem Einflusse des Wassers stark erhitzen und in kohlige Substanzen umwandeln, welche unter dem Namen des Torfes allbekannt sind.

In dieser Weise werden also die Moose die Gründer und auch Fortbildner der Torfmoore, aber hierdurch zugleich auch die Vertilger grosser Strecken fruchtbaren Landes; denn auf den, von ihnen in vollen Besitz genommenen, Landesgebieten können, so lange sie noch in voller Wucherung begriffen sind, nur Sümpfe und saures — Gerbe-, Torf- und Kieselsäure haltiges — Wasser liebende Gewächse wie Woll- und Riedgräser, Simsen und Binsen und ausserdem Haide-Arten, Moos-, Moor-, Preisel- und Rauschbeeren gedeihen, letztere freilich nur dann erst, wenn die Moosablagerungen so weit in die Höhe gewachsen sind, dass sie die sie umhüllende Wassermasse überragen und dann unter dem Einflusse der Sonne und der Luft an ihrer trocken gelegten Oberfläche zu einem eigenthümlichen, fast wie verrottetes Sägemehl aussehenden, kieselsäurereichen, „Mooshumus" verwittert sind.

Nach allem eben Mitgetheilten spielen also die Moose eine doppelte Rolle bei der Erdbodenbildung: Den Flechten helfen sie bei der Umwandlung der krystallinischen Felsarten in Erdreich und für sich allein schaffen sie die Hauptmasse der Torfmoore.

§ 41. Die ersten sichtbarblüthigen Pflanzen auf dem Verwitterungsboden. — Hat sich endlich unter dem Einflusse der Flechten und Moose aus den Gesteinen eine mit Flechten- und Mooshumus, sowie mit kleinen, noch unzersetzten Steinresten untermengte Erdbodenlage herausgebildet, welche mächtig genug ist, höheren, mit ausgebildetem Wurzel-, Stengel- und Blattkörper versehenen, Gewächsen einen ausreichenden Wohnsitz zu gewähren, dann finden

sich auch verschiedenartige sichtbarblüthige Kräuter und Halbsträucher ein, welche den jungen Erdboden in Besitz nehmen und weiter bearbeiten. Aber schon jetzt tritt ein grosser Unterschied in den Arten der den frischen Felsboden besiedelnden und weiter kultivirenden Pflanzen ein.

a. Ist nämlich der Boden noch flach- oder seichtgründig, kiesig oder steinig, arm an Thon, und namentlich mit Flechtenhumus gedüngt, dann erscheinen vorzüglich an sonnigen Orten

1) entweder niedrige, dem Boden aufliegende, theils mit kleinen nackten, theils mit grossen, stark behaarten Blättern versehenen Gewächse, welche flachziehende, nach allen Seiten hin sich ausbreitende, stark sich verästelnde Wurzeln und oft auch aus ihrem Wurzelhalse hervortretende, weit auf dem Boden hin fortrankende und an bestimmten Stellen Wurzel- und Blätterbüschel bildende Ausläufer treiben, wie man dieses z. B. an dem Thymian, dem Knauel *(Scleranthus)*, der Knackerdbeere *(Fragaria collina)*, der Bartnelke *(Dianthus caesius)*, dem kriechenden Fünffingerkraut *(Potentilla reptans)*, dem behaarten Habichtskraut *(Hieracium pilosella)* u. s. w. bemerken kann;

2) oder aufstrebende, mit kleinen Büschelwurzeln und dicken, saftstrotzenden Blättern versehene Saftgewächse (z. B. *Sedum*- und *Sempervivum*-Arten).

b. Ist dagegen der Verwitterungsboden schon tiefergründig und reicher an thoniger oder lehmiger Krume und an Mooshumus, wie dieses namentlich auf den beckenförmigen Oberflächen oder am Fusse der Felsen, überhaupt da der Fall ist, wo durch Regenfluthen der Felsboden sich ansammeln konnte, da erscheinen vor allen anderen Gewächsen die grasartigen Gewächse in grosser Zahl und zwar

1) auf dürren, von der Sonne fortwährend erwärmten, noch flachgründigen, moosigen Flächen namentlich die in dichten, sich immer weiter ausbreitenden Rasen auftretenden, borstigblätterigen und filzwurzeligen Borstengräser, unter denen namentlich das gemeine Borstengras *(Nardus stricta)*, der Schafschwingel *(Festuca ovina)* und die Drahtschmiele *(Aira flexuosa)*, sowie der graue Schwingel *(Aira canescens)* sich durch ihre Wucherkraft bemerklich machen;

2) auf mässig feuchtem, mit einer leichten Moosdecke bewachsenem, schon lehmreicherem Verwitterungsboden die mit kleinen Rasenbüscheln, flachen, behaarten Blättern und kleinen Büschelwurzeln versehenen Süssgräser, so das Ruchgras *(Anthoxanthum odoratum)* und das wollige Honiggras *(Holcus lanatus)*;

3) auf nassem, mit einer dichten Moosdecke versehenem Boden die verschiedenen Arten der Woll- und Riedgräser *(Eriophorum* und *Carex)*.

Jedes dieser Gewächse strebt nun, die von ihm in Besitz genommene junge Erdbodenstelle so fortzubilden, wie es für sein und seiner Nachkommenschaft Gedeihen nöthig ist. Dieses Schaffen glückt ihm aber in der Regel nur eine Zeit lang; denn der von ihm weiter cultivirte Boden wird allmählich in seiner Masse und seinem Nahrungsmagazin so verändert, dass er für die Nachkommenschaft der Stammeltern entweder zu fett oder auch bei allzustarker Vermehrung dieser Nachkommenschaft zu mager oder zu beengt wird. Tritt dieser Fall ein, dann sterben die bis zu dieser Zeit den Boden bewohnenden und beherrschenden Pflanzen aus und räumen solchen Pflanzen-Arten, für welche der von ihnen bearbeitete Boden nun gerade geeignet ist, ihr Besitzthum ein. — In dieser Weise bearbeitet jede Pflanzenart den von ihr in Besitz genommenen Erdboden zunächst in der Art, wie sie ihn zu ihrem eigenen Gedeihen braucht, sodann aber zugleich so, dass auch andere Pflanzen denselben nach ihr bewohnen können. Zugleich aber wirkt sie auch fortwährend auf die fernere Umwandlung der noch unzersetzten Felsmassen in Erdboden ein, indem sie einerseits sich mit ihren Wurzelverzweigungen in alle Ritzen und Spalten der von ihnen besetzten Felsmassen einzwängt, sie durch ihre Wurzelausscheidungen anätzt, mürbe macht und auseinander zwängt, sodass von Aussen her nicht bloss die felszersetzenden Säfte ihre Verwesungssubstanzen, sondern auch die atmosphärischen Zersetzungsagentien — Sauerstoff und Kohlensäure, verbunden mit Wasser — in ihr Inneres eindringen können. Von allen diesen Zersetzungsmitteln der Felsarten aber zeigt sich das Wasser am thätigsten: Zunächst erweicht es das harte Gestein und macht es fähig, Sauerstoff und Kohlensäure mit sich zu verbinden; sodann reisst es bei seinem Erstarren zu Eis ihre Massen auseinander und verwandelt sie in kleine Trümmer, welche nun leichter für

das Wirthschaften der Verwitterungsagentien sowohl wie der Flechten zugänglich sind. Andererseits aber wirken alle Pflanzen theils durch die schon während ihres Lebens stattfindenden Wurzelausscheidungen, so namentlich durch ammoniakalische und organischsaure Flüssigkeiten, theils erst nach ihrem Tode durch ihre sauren und meist auch alkalischen Verwesungssubstanzen auf die Umwandlung der Felsgesteine in Erdkrume ein. Dieses alles gilt namentlich von den sogenannten Steinschuttgewächsen.

§ 42. Der Einfluss der Schuttgewächse auf den Boden. — Es ist bekannt, dass sowohl auf allen Aufhäufungen von Felsschutt, namentlich aber auf den kalkreichen Gesteinsarten, wie auch auf allen Ansammlungen von Pflanzenmassen, vorzüglich auf saftarmen, harten oder holzartigen, harz-, gerb- oder kieselsäurereichen Pflanzentheilen, z. B. auf Moosen, Haidestengeln, Kiefer- und Fichtennadeln, Grashalmen etc., nach ihrem Absterben, sich Pflanzenarten ansiedeln, unter deren Einfluss die obengenannten Schuttmassen sich leicht zu fruchtbarer Erde zersetzen. Man hat deshalb diese Pflanzen Schuttpflanzen genannt. Bei der näheren Untersuchung des Saftgehaltes dieser Schuttpflanzen nun hat man gefunden, dass die bei weitem meisten derselben in ihrem Körper scharfätzende, giftige, ammoniakalische Säfte enthalten, mittelst deren sie theils schon während ihres Lebens durch Wurzelausscheidungen theils nach ihrem Absterben sowohl kalkerde- oder kalihaltige Steinmassen, wie auch stickstoffarme absterbende Pflanzenreste zur Zersetzung und zur Bildung theils von salpetersauren Salzen theils von Humussäuren anregen. Zu diesen für die Bildung von fruchtbarem Erdreiche wichtigen Pflanzenarten gehören namentlich

1) auf Stein-, vorzüglich kalkhaltigem Schutt: das Bilsenkraut *(Hyosciamus)*, der Stechapfel *(Datura stramonium)*, der Natternkopf *(Echium vulgare)*, der scharfe Mauerpfeffer *(Sedum acre)*, die Brennnessel *(Urtica urens)*, der gefleckte Schierling *(Conium maculatum)*;

2) auf Pflanzenschutt: das Schöllkraut *(Chelidonium majus)*, der stinkende Storchschnabel *(Geranium robertianum)*, die Hanfnessel *(Galeopsis tetrahit)*, der schwarze Nachtschatten *(Solanum nigrum)*, die Tollkirsche *(Atropa belladonna)*, der rothe Fingerhut *(Digitalis purpurea)*, der Taumelkörbel *(Chärophillum temulum)*, die grosse Brennnessel *(Urtica dioica)*, wahrscheinlich auch das

Weidenröschen *(Epilobium angustifolium)*, das Bingelkraut *(Mercurialis perennis)*;

3) auf gemischtem, aus Stein- und Organismenresten bestehendem Schutte, wie er sich z. B. in dem ungleichmässig mit mineralischem oder vegetabilischem Dünger versehenen Garten- und Ackerlande zeigt, hauptsächlich der schwarze Nachtschatten, die Brennnesseln, der Schierling, auch der Stechapfel und die Hanfnessel.

Alle diese Schuttpflanzen bilden durch ihre stickstoffreichen, ammoniakalischen Körpersäfte gewissermassen die Gährungsmittel oder Fermente namentlich für abgestorbene Organismenreste und verschwinden von einem Standorte, sobald sie alle Stein- und Pflanzenreste in und auf dem Boden desselben zersetzt haben.

§ 43. Die Bewirthschaftung eines Bodens durch die Pflanzen im Allgemeinen. — Nach allen in dem Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen müssen demnach die Pflanzen unter Hülfe der atmosphärischen Temperatur, Luft und Feuchtigkeit sich selbst erst theils aus den rohen Gesteinsmassen der Erdrinde, theils auch aus den abgestorbenen Organismenresten den Grund und Boden schaffen, auf dem sie ihre Staaten errichten und cultiviren wollen. Den ersten Grund bei dieser Bodenbildung legen die kleinsten, mit dem einfachsten Körper versehenen, die wenigsten Ansprüche für ihr Leben von ihrem Wohnsitze machenden Pflanzen — wie sie oben im § 38 schon angegeben worden sind. — Haben diese die erste Erdkrume geschaffen, dann übergeben sie den für sie zu nahrhaft gewordenen Boden sammt ihren abgestorbenen Körperresten höher entwickelten, schon mehr Ansprüche an den sie tragenden Boden machenden Pflanzenarten, welche ihn nun wieder weiter bearbeiten und dann, wenn er nicht mehr tauglich für sie erscheint, neuen Ansiedlern überlassen. Und indem nun alle die nacheinander folgenden Pflanzen den Boden weiter bearbeiten, wird er, wenn anders die Natur nicht in ihrem Bewirthschaftungsplane unterbrochen oder gestört wird, im Verlaufe der Zeit soweit ausgebildet, dass er zuletzt auch die höchst ausgebildeten Pflanzenarten: die Bäume pflegen und ernähren kann. Bei diesem Entwickelungsgange des Bodens arbeitet also ohne ihr Wissen und Wollen eine Pflanzenart der anderen in die Hände, und alle die auf einer Bodenfläche zusammenlebenden Pflanzenarten arbeiten

gemeinschaftlich — jede nach der ihr eigenthümlichen Weise — an der Fortbildung ihres gemeinsamen Standortes, aber keine derselben übergibt den von ihr für ihre eigene Nachkommenschaft zubereiteten Bodenfleck anderen Pflanzen eher, als bis derselbe durchaus nicht mehr für ihr eigenes Gedeihen brauchbar ist.

Recht belehrend sind in Beziehung auf die Reihenfolge der eine pflanzenkahle Bodenfläche besiedelnden Pflanzenarten die aus Muschelkalk bestehenden *Hörselberge* bei *Eisenach*, deren allmähliche, durch die Natur selbst herbeigeführte Wiederbepflanzung ich seit 60 Jahren zu beobachten Gelegenheit hatte. An den südlichen Gehängen dieser, — unter dem Namen der *Hörselberge* bekannten —, Berge hatten sich im Zeitverlaufe unter dem Einflusse der immer wiederkehrenden Regengüsse zahlreiche, tief in die Kalksteinmasse einschneidende, schroffe Wasserrisse und an dem Fusse derselben da, wo sie in die vorliegende wagrechte Thalebene übergehen, aus dem abwärts geschlämmten Kalksteinschutte sogenannte Schuttterrassen gebildet. Diese öden, wüsten, fast nur aus Steinschutt bestehenden, Terrassen nun benutzte die Natur, um von ihnen aus die ganz erdbodenlosen, pflanzenkahlen Berggehänge von Neuem mit einer Pflanzendecke zu bekleiden. Anfangs zeigten sich nur als Ueberzüge auf den einzelnen Kalksteinflächen Flechten aus den Familien der Schurf-, Rinden- und Wand- oder Schüsselflechten (namentlich die gelbe *Parmelia parietina);* später gesellten sich zu ihnen auch Moospolster von Astmoosen (z. B. von *Hypnum sericeum)* und Mauermoosen (so namentlich von *Barbula muralis);* und nach einigen Jahren sah man überall von dem Rande der angrenzenden Triften aus zwischen allen Steinritzen die genügsamen, borstigblätterigen Individuen des Schafschwingels *(Festuca ovina)* an den Abhängen der Terrassen in die Höhe klettern und sich auf den Terrassenflächen ausbreiten. Vermöge seiner stark wuchernden Wurzelbrut bildete derselbe in wenigen Jahren eine dichte Rasendecke auf den von ihm besetzten Flächen. Indessen dauerte seine Herrschaft über den von ihm geschaffenen Pflanzenstaat nicht lange; die sich fortwährend vermehrenden und vergrössernden Rasenbüschel der einzelnen Schwingelfamilien verdämmten sich gegenseitig den Wachsthumsraum und das Nahrungsmagazin so, dass sie nach und nach abstarben und dann bei ihrer Verwesung eine Erdbodenlage bildeten, auf welcher sie

nicht mehr gedeihen konnten. Mittlerweile waren nun auch schon von der angrenzenden Thaltrift neue Grasarten in den Schwingelstaat eingerückt, so vor allen die Kammschmiele *(Koeleria cristata)*, die Zwenke *(Brachypodium pinnatum)*, das Zittergras *(Briza media)* und zwischen den Steingeröllen auch das gewimperte Perlgras *(Melica ciliata)*. Schon nach zwei Jahren war die ganze Schuttterrasse mit einem freudiggrünen Rasen dieser Gräser bedeckt und der arme Schafschwingel soweit zurückgetrieben, dass ihm nichts weiter übrig blieb, als in die, am oberen Rande der Terrassen sich öffnenden, Rinnen der Regenschluchten auszuwandern. In diesen setzte er nun seine Kulturarbeiten eifrig fort, und als er auch die schmale Sohle derselben dicht besetzt hatte, drang er auch an den Gehängen der, zwischen den Rinnen der Wasserrisse lagernden, Hügeln empor. Während nun aber der Schafschwingel in der eben angegebenen Weise erobernd und kultivirend die Wasserrisse und die sie beiderseits einengenden Hügelreihen besetzte, waren auch in dem Grasreiche der Schuttterrasse mancherlei Veränderungen vor sich gegangen. Zwischen den hochhalmigen Rasen der Gräser, welche auf ihrem sonnigen, warmen Wohnsitze vortrefflich gediehen, hatten sich Kaninchen, Mäuse und auch samenfressende Vögel, namentlich Wachholderdrosseln und Ammern, häuslich niedergelassen, welche mit ihrem Unrathe verschiedene Samenarten, so vorzüglich die schwerverdaulichen Samen des von ihnen genossenen Grases, Wachholders, Weissdornes, Schneeballes, Hauhechels u. s. w., oder auch für den Winter Nahrungsmagazine zwischen den Gräsern absetzten. Aus allen diesen Sämereien sprossten nun nach und nach Sträucher und Kräuter verschiedener Art hervor, so namentlich die Hauhechel (zuerst *Ononis spinosa* und dann *On. repens)*, das Sonnenröschen *(Helianthemum annuum)*, der Dost *(Origanum vulgare)*, der Wundklee *(Anthyllis vulneria)*, das Wollkraut *(Verbascum lychnitis* und *nigrum)*, auch der wilde Lattich *(Lactuca scariola)*, hie und da auch der wollige Schneeball *(Viburnum Lantana)*, der Weissdorn *(Crataegus)*, vor allen aber der Wachholder *(Juniperus communis)*, welcher von nun an eine grosse Rolle in der weiteren Kultivirung der sich entwickelnden Pflanzencolonie spielte. Mit seinen zähen, den Boden weit und breit durchziehenden Wurzelästen versteht dieser Strauch alle Erdkrume zu umklammern und gegen das Fortschwemmen durch

den Regen zu schützen, sich selbst aber an steilen Gebirgsgehängen gegen Wind und Wetter festzustemmen, und mit seinen, schon dicht über den Erdboden hervorsprossenden und dicht benadelten Aesten und Zweigen, welche wenigstens in der Jugend eine schmale Pyramidenkrone bilden, vermag er den heftigsten Luftströmungen zu widerstehen und alles von den oberen Gehängen herabgefluthete Erdreich an seinem Fusse anzusammeln. Kein Wunder daher, dass sich um ihn herum bald eine grünende und blühende Oase von Pflanzen verschiedener Art entwickelt. Und stehen nun vollends mehrere solcher Wachholdersträuche nahe bei einander, so verbinden sich die unter ihnen heranwachsenden einzelnen Oasen mit einander zu einer umfangreicher werdenden Bodeninsel, auf welcher dann die Pflanzencolonie sich immer kräftiger entwickelt. Es ist wirklich wunderbar, welche gemischte Gesellschaft von verschiedenartigen Pflanzen auf diesen Wachholderinseln nach und nach zum Vorschein kam: zuerst Zittergras *(Briza media)* im Vereine mit der Kammschmiele und Zwenke; dazu der Dost *(Origanum)*, die grossblumige Prunelle *(Prunella grandiflora)*, der gewimperte Enzian *(Gentiana ciliata)*, der ährenblüthige Ehrenpreis *(Veronica spicata)*, der Odermennig *(Agrimonia eupatoria)*, die Becherblume *(Poterium sanguisorba)*, die Küchenschelle *(Anemone pulsatilla)* und Waldanemone *(An. silvestris)*, das Rivins-Knabenkraut *(Orchis militaris)*, das braune Knabenkraut *(Orchis fusca)*, der fliegenblüthige Drüsenständel *(Gymnadenia conopsea)*, die Fliegenblume *(Ophrys myodes)*, auch die Eberwurz *(Carlina acaulis)* — alle diese Pflanzen und noch andere kamen im Verlaufe eines Sommerhalbjahres theils nach einander, theils gleichzeitig in bunter Gesellschaft auf den Wachholderinseln zum Vorscheine und riefen wohl in dem erstaunten Beobachter die Frage hervor: „Woher kommen mit einem Male alle die so verschiedenartigen Pflanzen auf diesen noch vor wenigen Jahresräumen nur aus ödem Kalksteingerölle bestehenden Orten?“ Wohl konnten Kaninchen, Mäuse und samenfressende Vögel gar manche derselben herbeigetragen haben; wohl konnten auch mehrere derselben, welche mit Haarbüscheln versehene Samen haben, wie die Küchenschelle, Waldanemone und Eberwurz, durch Luftströmungen herbeigeführt worden sein, aber woher die *Orchideen*, deren Samen nicht auf die eben angegebenen Weisen auf die

Wachholderinseln gelangen konnten? Ob durch Insecten? — Indessen auch dieser gemischte Pflanzenstaat bekam im Verlaufe von 15 Jahren eine neue Bevölkerung. Auf dem, durch die eben erwähnte Pflanzenbevölkerung immer weiter kultivirten, Boden kamen nach und nach aus den durch Vögel und Nagethiere, welche sich so gerne in dem gegen Nässe und Kälte schützenden Wachholdergesträuchen aufhalten, — herbeigetragenen Samen Sträucher mancher Art zum Vorschein, so zuerst aus den hartschaligen, schwerverdaulichen Samen von Beeren der wollige Schneeball *(Viburnum lantana)*, die Rainweide *(Ligustrum vulgare)*, der rothe Hartriegel *(Cornus sanguinea)*, der Faulbaum und Kreuzdorn *(Rhamnus frangula* und *Rh. cathartica)*; später auch die Kronenmispel *(Cotoneaster vulgaris)*, der Weissdorn *(Crataegus oxyacantha* und *monogyna)* und mehr am Rande dieser Gebüschwälder der Schlehendorn *(Prunus spinosa)* und die Essigrose *(Rosa rubiginosa)*. Munter wuchsen nach und nach alle diese Gesträuche in die Höhe und bildeten schon nach Verlauf von 12 Jahren einen wirklich fast undurchdringlichen Gesträuchwald, aus welchem die meisten der obengenannten Kräuter verschwanden, und in welchem namentlich Haselmäuse, Drosseln und Finken ein trauliches Daheim fanden und durch die von ihnen herbeigetragenen Samen für seine Weiterentwickelung sorgten. Diese liess auch nicht lange auf sich warten. Auf dem, von den alljährlich absterbenden Körpergliedern seiner Sträucher immer mehr verbesserten, Boden nämlich keimten zuerst die Samen des Mehlbeer- und Elsbeerbaumes *(Sorbus Aria* und *S. torminalis)*, sodann auch die Nüsse des Haselstrauches *(Coryllus avellana)* und selbst der Buche *(Fagus)* gar kräftig empor und bald drängten sich hie und da einzelne Stämme des Mehlbeer- und Elsbeerbaumes aus dem sie umringenden Gesträuchdickicht empor und verkündeten durch ihre weissschimmernden Blätterkronen, dass die zeitherige Strauchcolonie ihre Herrschaft an die zwischen ihren Besitzern emporgewachsenen Bäume zu verlieren begann. In der That war es auch so. Allmählich erhoben sich neben den Mehl- und Elsbeeren immer mehr Haseln und Buchen; ja es kamen auch Bergahorne und Linden eingemischt vor. Durch alle diese Bäume wurden den zwischen ihnen wachsenden Sträuchern Licht, Luft, Wachsthumsraum und Nahrung so stark entzogen, dass viele von ihnen abstarben, nur an der Grenze

ihres ehemaligen Staates noch fortbestehen konnten und nun einen Grenzgürtel um den sich entwickelnden Baum- oder Waldesstaat bilden. Aber diese Randsträucher sind es nun auch, deren Nachkommen an der oberen, bergauf gelegenen, Grenze des jungen Waldes auf dem, mittlerweile von den vorausgeeilten Gräsern und Kräutern gegründeten Staate sich ansiedeln und hier eine neue Strauchcolonie bilden.

Soweit ist bis jetzt (d. i. bis zum J. 1887) die Pflanzen-Ansiedelung an den einzelnen Stellen der südlichen Gehänge der aus Muschelkalk bestehenden Hörselberge gediehen. Wie aus dem eben Mitgetheilten ersichtlich ist, hat erst das untere Drittel der Berggehänge sich soweit herausgebildet, dass die Waldbäume zu herrschen beginnen, das über dieser Zone gelegene zweite Gehängdrittel aber steht noch im Anfange der Sträucherherrschaft. Zugleich kann man indessen auch aus den eben mitgetheilten Beobachtungen folgende Schlüsse für die Aufeinanderfolge der von der Natur angeordneten Pflanzen-Ansiedelungen an kahlen Bergen ableiten:

In der ersten Periode treten als Herrscher eines Bodengebietes auf: *Flechten* und *Moose.* Haben diese den letzteren soweit vorbereitet, dass er für sie selbst nicht mehr benutzbar ist, dann siedeln sich in der zweiten Periode anfangs genügsame, aber stark wuchernde *Gräser* und flachwurzelnde *Stauden*, dann aber ungenügsame, wenig wuchernde *Gräser* und verschiedenartige *Kräuter* an und bilden so den *gemischten Staat* der *Gräser* und *Stauden,* wie er auf *Triften* hervortritt. Haben diese den Boden ihrer Colonie weiter verbessert und vermehrt, dann kommen in der dritten Periode die *Sträucher* zum Vorschein, welche nun den Grund und Boden ihres Staates nach und nach so vervollkommnen, dass auf ihm nun auch *Bäume* auftreten und mit der Zeit in der vierten Colonisationsperiode den anfangs auch gemischten *Staat der Wälder* zur Vollendung bringen können.

§ 44. Pflanzen-Gesellschaftungen zwischen wildwachsenden und cultivirten Gewächsen. — Es ist in den vorstehenden Paragraphen gezeigt worden, in welcher Weise die Pflanzen den Erdboden aus der Masse der Felsgesteine erzeugen und dann weiter entwickeln, bis er soweit ausgebildet worden ist, dass er auch die höchst ausgebildeten und ungenügsamsten Pflanzenarten auf die Dauer

pflegen und ernähren kann; es ist dann weiter erörtert worden, wie sich auf einem und demselben Bodengebiete Colonien von oft sehr verschiedenartigen Pflanzen bilden, welche anfangs alle an der Fortbildung des von ihnen in Besitz genommenen Bodens arbeiten, bis allmählich einzelne Arten durch starke Wucherung und schnelle Vermehrung sich zu Herrschern der mit ihnen zusammen lebenden, weniger stark wuchernden Pflanzenarten machen und einen Pflanzenstaat bilden, in welchem die zurückgedrängten Pflanzenarten nur noch als Unterthanen, Untersiedler oder Einmiethlinge auftreten; es ist ferner dargelegt worden, dass auch die Staaten bildenden Gewächse theils durch starke Wucherung ihrer einzelnen Individuen ihren Standort sich so verderben können, dass sie nicht mehr auf ihm gedeihen können, und, wenn es ihnen möglich ist, auswandern und sich in dem Gebiete eines anderen Staates einen neuen Wohnsitz schaffen müssen, wodurch ein Kampf zwischen den gegenwärtigen Besitzern des Staates und den eindringenden Pflanzenheeren entsteht, welcher gewöhnlich mit der Unterdrückung der ersteren endigt, zumal wenn ungünstige Witterungsverhältnisse oder Krankheiten schon eine grössere Anzahl der zeitherigen Herrscher geschwächt oder doch ihr Wohngebiet für sie untauglich gemacht haben; es ist endlich aber auch darauf aufmerksam gemacht worden, dass ein Bodengebiet, welches entweder durch seine Bewohner oder auch durch ungünstige Naturereignisse in seiner Entwickelung zurückgegangen ist, im Verlaufe der Zeit durch die für jeden Bodenzustand geeigneten Pflanzenarten wieder verbessert und hergestellt werden kann.

So ist es im Pflanzenhaushalte der Natur, aber in vieler Beziehung ist es auch ebenso in der Pflanzenzucht des kultivirenden Menschen, nur mit dem Unterschiede, dass der letztere eine zu kultivirende Bodenfläche gewöhnlich gleich vom Anfange an nur mit einer einzigen Art von Gewächsen bepflanzt, also einen einfachen Pflanzenstaat schafft und womöglich alle Untersiedlerpflanzen aus ihm zu verbannen strebt. Das letztere gelingt ihm indessen nur selten vollständig, sei es, dass er schon bei der Besamung des Bodens ohne sein Wissen und Wollen die Samen von Untersiedlerpflanzen mit ausstreut, sei es, dass die Bruten dieser letzteren schon von vornherein als die Ueberreste der ehemaligen Herrscher in dem zu bestellenden Boden vorhanden

sind, sei es auch, dass sie durch den Dünger oder durch Luftströmungen dem Boden zugeführt worden sind.

Diese Untersiedlerpflanzen nun spielen eine grosse Rolle in den Staaten der Kulturpflanzen:

a. Manche unter ihnen charakterisiren die physischen Eigenschaften und die mineralischen Nahrungsstoffe des Bodens eines Kulturpflanzenstaates; sind demnach *Bodencharakterpflanzen.*

b. Andere derselben verbessern den von ihnen bewohnten Boden und schützen zugleich auch die zwischen ihnen befindlichen jungen Kulturpflanzen gegen ungünstige Witterungsverhältnisse; sind demnach *Kulturschutzpflanzen.*

c. Es gibt aber auch noch Untersiedlerpflanzen, welche nicht nur auf den Boden, sondern auch auf die Kulturpflanzen schädlich einwirken; diese sind für die Kulturpflanzenstaaten *Unkräuter.*

Bei dieser Eintheilung der Untersiedlerpflanzen ist indessen wohl zu bemerken, dass die eben angedeuteten Wirthschaftsweisen derselben für eine und dieselbe Art dieser letzteren nicht immer von gleicher Bedeutung für einen Boden und dessen Kulturpflanzen sind, oder mit anderen Worten, dass nicht alle Untersiedlerpflanzen unter allen Verhältnissen absolut nützlich oder absolut schädlich in ihrer Bedeutung für einen Kulturpflanzenstaat sind. Es kann z. B. eine die Feuchtigkeit des Bodens zusammenhaltende Decke von Ast- oder Stammmoosen auf einem zur Erhitzung und Austrocknung geneigten, der Sonne ausgesetzten, lehmigsandigen oder eisenschüssig-lettigen Boden auf die Kulturpflanzen sehr wohlthätig einwirken, während sie einen von Natur zur Nässe geneigten, thonreichen Boden, zumal wenn derselbe eine schattige, feuchte Lage hat, sumpfig oder moorig macht, so dass die auf ihm stehenden Kulturpflanzen verfaulen. Es kommt demnach gar viel auch auf die Lage und Umgebung des Bodengebietes an, in welchem eine bestimmte Art von Miethspflanzen sich angesiedelt hat.

§ 45. Näheres über die Bodencharakterpflanzen. — Wie im vorigen Paragraph schon angegeben worden ist, so gehören zu ihnen namentlich folgende Pflanzen:

A. Alle diejenigen Untersiedlerpflanzen, welche irgend eine physische Eigenschaft eines Bodens bezeichnen. Vorzüglich gilt dieses von dem Verhalten des Bodens zum Wasser, sei

es nun von seiner Wasser-Ansaugungskraft, sei es von seiner Wasserhaltungskraft. Auf Bodenarten, welche das Vermögen besitzen, in freien, unbeschatteten, sonnigen Lagen sich stark zu bethauen, wie dieses z. B. auf den sandreichen, kalkleeren Bodenarten der Fall ist, lassen sich am liebsten Gräser *(Gramineen)*, vor allen die borstenblättrigen, sowie auch die Haidearten *(Calluna vulgaris* und *Erica tetralix)* nieder. Auf Bodenarten dagegen, welche in ihrem Innern Nassgallen oder Wasseradern besitzen oder auf einem nassen Untergrunde lagern, siedeln sich am liebsten die Schachtelhalmarten, namentlich der Ackerschachtelhalm *(Equisetum arvense)*; die kopfblüthige, blaublüthige und Krötensimse *(Juncus glomeratus, glaucus* und *bufonius)*; der Huflattich *(Tussilago farfara)* und der kleine Sauerampfer *(Rumex acetosella)* an. Auch bilden mehrere Arten von Astmoosen *(Hypnum)* dichte Ueberzüge auf feuchtem Boden. — Auf durchnässtem und auch feucht bleibendem Boden endlich zeigen sich namentlich Riedgräser *(Carex)*; auf Wiesen auch die Herbstzeitlose *(Colchicum autumnale)*. Bemerkenswerth erscheint es ausserdem noch, dass mehrere Pflanzen, welche eigentlich auf morastigem Boden vorkommen, häufig auch dann noch sich bemerkbar machen, wenn ihr morastiger Standort durch Auffüllung von erdigem Steinschutt in brauchbares Ackerland umgewandelt worden ist, so der Weiderich *(Lythrum salicaria)*, der Sumpfziest *(Stachys palustris)* und selbst die Dotterblume *(Caltha palustris)*.

Ebenso gehören zu den Nahrungscharakterpflanzen alle diejenigen, welche bestimmte, im Wasser lösliche, mineralische Bodennahrungsmittel, so namentlich Salze des Kali, Natrons und der Kalkerde, oder auch Bodensubstanzen anzeigen, aus denen Pflanzennahrung durch ihren Einfluss entstehen kann. — Unter den mineralischen Nahrungssubstanzen, welche der Erdboden den in ihm wurzelnden Pflanzen darbietet, treten (wie früher schon angegeben worden ist) am meisten hervor die

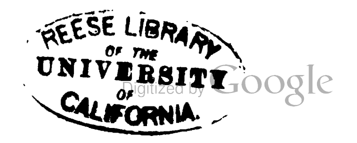
kohlen- schwefel- salpeter- phosphor- kiesel-	sauren Salze des	Kalis, Natrons, Ammoniaks, Kalkes, der Magnesia,

ausserdem Chlornatrium und Chlorkalium.

Von diesen Salzen brauchen die Pflanzen die Säuren zur Darstellung aller Grundsubstanzen ihres Körpers, so die Kohlensäure zur Bildung ihres ganzen Zellengewebes und der in ihm vorhandenen Substanzen, so des Chlorophylles, Stärkemehles, Gummis, Zuckers, Oeles, auch des Eiweisses und Fibrins, überhaupt aller aus Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff bestehenden Pflanzenmassen; die Salpeter-, Schwefel- und Phosphorsäure zur Darstellung aller aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff, Schwefel- oder Phosphor bestehenden, Stickstoff- oder Proteïnsubstanzen, so des Eiweisses, Caseïns und Fibrins, welche hauptsächlich zur Bildung des Samenkörpers nothwendig sind; die Kieselsäure zur Festigung der Zellgewebmassen — namentlich der grasartigen Gewächse und der meisten Baumarten. Da nun aber alle diese Grundbildungsstoffe Säuren sind und als solche im reinen, namentlich concentrirten Zustande die zarte Zellensubstanz der Pflanzen zerstören würden, so verband sie die Natur mit Substanzen, welche ihre ätzenden Eigenschaften neutralisirten, d. i. mit den starken Salzgrundlagen der Alkalien und alkalischen Erden (Kalkerde). Diese letzteren bilden demnach zunächst die Mittel, durch welche die eigentlichen Bildungsstoffe in einem für die Pflanzen zuträglichen Zustande in das Innere des Pflanzenkörpers geleitet werden. Da aber diese Salzgrundlagen selbst im säurefreien Zustande auch wieder ätzend auf die Pflanzensubstanzen einwirken, so musste die Natur auch dafür sorgen, dass diese Salzgrundlagen in dem Augenblicke, in welchem sie ihre eingeführten Säuren im Innern des Pflanzenkörpers zur Bildung der oben genannten Zellenbildungssubstanzen freigeben, — gewissermaassen zum Ersatz für ihre freigegebenen Säuren —, auch gleich wieder neue Säuren erhalten, durch welche ihre ätzenden Eigenschaften neutralisirt werden. Und dieses wird herbeigeführt durch die organischen Säuren, — namentlich der Oxal-, Wein- und Gerbsäuren —, welche sich bei der Bildung der eigentlichen Pflanzensubstanzen entwickeln und dann gleich mit den freiwerdenden Salzgrundlagen zu meist unlösslichen Salzen verbinden, welche sich nun an die zarte Zellenhaut ablagern und dieselbe fest, hart und dauerhaft machen. Vorzüglich gilt dieses alles von der oxal-, wein-, gerb- und kieselsauren Kalkerde.

Aber unter den eben angegebenen Salzen gibt es mehrere, welche nur dann löslich und für die Pflanzen ernährungstauglich sind, wenn Kohlensäure haltiges Wasser auf sie einwirkt, so der einfach kohlensaure Kalk, die einfach kohlensaure Magnesia, das einfach kohlensaure Eisenoxydul und der phosphorsaure Kalk und andere, welche wie das einfach kohlensaure Kali, Natron oder Ammoniak zwar schon in reinem Wasser löslich sind, dann aber noch ätzend auf die in der Bildung begriffenen Zellensubstanzen einwirken und nur ihre ätzende Eigenschaft verlieren, wenn sie in Kohlensäure haltigem Wasser aufgelöst werden. Aus allem dem nun folgt, dass, wenn die obengenannten Salze ihre vollen Dienste als Nahrungsmittel für die Pflanzen verrichten sollen, sie entweder in Kohlensäure haltigem Wasser gelöst und dadurch neutral gemacht sein, oder, wenn ihre Lösung in einfachem reinen Wasser stattgefunden hat, doch eine so dünne Lösung bilden müssen, dass ihre ätzende Natur dadurch abgeschwächt worden ist.

Das Bildungsmaterial für diese Pflanzennahrungsmittel liefern nun vor allem die durch Kohlensäure haltiges oder auch reines Wasser lösbar gemachten Mineralreste des Erdbodens, sodann aber auch die in und auf einem Boden lagernden Verwesungsreste namentlich von Pflanzenresten; ja diese letzteren liefern in doppelter Weise die ebengenannten Nahrungsstoffe, nämlich einmal durch die in ihnen vorhandenen Mineralsalze, welche sie während ihres Lebens aus dem Boden in sich aufgenommen haben, und dann dadurch, dass sie mittelst ihrer Verwesungssäuren (z. B. durch ihre freiwerdende Kohlensäure) die im Boden vorhandenen Mineralreste zersetzen. Ein mit verschiedenartigen Mineralresten reichlich versorgter und dabei von verwesenden Pflanzenresten bedeckter Boden ist daher ein unerschöpfliches Nahrungsmagazin für die üppigste Pflanzenwelt; wenn anders derselbe auch so viel Feuchtigkeit enthält, dass sich unausgesetzt verdünnte Salzlösungen bilden können. Hat indessen ein solcher Boden eine stark geneigte Lage, dann werden die entstehenden Salzlösungen von jedem Regengusse aus dem Boden bergabwärts gefluthet, woher es dann kommt, dass derselbe an seinem unteren Gehänge und auf seiner Fussebene oft reich an Pflanzen ist, während er an seinem oberen Gehänge trotz seiner zahlreichen Mineralreste arm an Pflanzen erscheint. Die oft üppigfruchtbaren Muldenthäler der aus



gemengten krystallinischen Gesteinen bestehenden Gebirge beweisen dieses Alles hinlänglich.

Alles dieses vorausgesetzt lehrt nun die Erfahrung, dass

1) nicht alle Pflanzen auch alle die obengenannten Nahrungssalze zugleich zu ihrer Ernährung brauchen, sondern die Einen z. B. mehr Kali- oder Natronsalze, die Anderen mehr Kalksalze begehren;

2) zwei Pflanzen, welche gleiche Nahrungssalze brauchen, doch nicht von diesen letzteren gleich grosse Mengen verlangen;

3) selbst eine und dieselbe Pflanzenart nicht zu allen Zeiten ihres Lebens eine und dieselbe Nahrungsart, wenigstens nicht in gleichen Mengen begehrt;

4) Pflanzen, welche viel Kieselsäure zum Aufbau ihres Körpers brauchen, auch vorherrschend Kali oder Natron verlangen, dagegen Kalkerde verschmähen, während umgekehrt Kalk begehrende Pflanzen Kieselsäure mehr oder weniger verschmähen oder nur in geringen Mengen aufnehmen.

Demgemäss benennt man nun die verschiedenen Pflanzenarten, welche zu ihrer kräftigen Körperentwickelung absolut eine bestimmte Art der oben genannten Salzarten in hervorragender Menge brauchen, je nach den Grundstoffen der von ihnen begehrten Nahrungsarten: Kali-, Natron- oder Kalkpflanzen, oder theilweise auch Salpeter- oder Kieselpflanzen. Diese Pflanzenarten werden also im Haushalte der Natur (d. h. in ihrem wilden Zustande) sich nur auf einem solchen Boden ansiedeln und vermehren, welcher ihnen die von ihnen begehrte Nahrungsart in derjenigen Menge darreicht, welche sie zu ihrer kräftigen Entwickelung — namentlich der Samen — absolut brauchen, und werden verkümmern und hauptsächlich keine keimfähigen oder überhaupt gar keine Samen mehr erzeugen, wenn der Boden ihnen die von ihnen begehrte Nahrungsart nicht mehr — oder doch nicht mehr in dem nöthigen Maasse — darreichen kann. (In diesem Verhalten liegt z. B. der Grund, warum unsere Obstbäume oder auch die Buchen und andere Waldbäume gewöhnlich nicht alle Jahre reichlich keimfähige Früchte tragen.) Zeigen sich hiernach diese wildwachsenden Pflanzen auf irgend einem Boden in grosser Menge und Ueppigkeit, so wird dieses als ein Zeichen betrachtet,

dass derselbe reich an derjenigen Nahrungsart ist, welche die auf ihm wachsenden Pflanzenarten zu ihrer Hauptnahrung begehren. Für dieses Verhalten der, einen bestimmten Bodennahrungsstoff bezeichnenden, Pflanzenarten ist indessen noch Folgendes zu bemerken:

1) Diese Pflanzen bezeichnen nur diejenige Menge des von ihnen begehrten Hauptnahrstoffes, welche gerade **zur Zeit ihres Wucherns** in dem Boden vorhanden ist. Es wird nämlich durch ihr starkes Aufsaugen dem Boden dieser ihr Hauptnahrstoff nach und nach so stark entzogen, dass schon während ihrer Wucherzeit und dann auch später nicht mehr derselbe in so grosser Menge vorhanden ist. Denn wenn auch diese Pflanzen die dem Boden durch sie während ihres Lebens entzogene Mineralnahrung bei ihrem Absterben und Verwesen zum grossen Theile wieder zurückgeben, so geschieht dieses doch nur nach und nach, so dass die nahrungsgierigen Pflanzen nicht mehr für den Augenblick soviel von ihrer Nahrung erhalten, als sie zu ihrem vollen Gedeihen verlangen. Aus allem dem folgt, dass, wenn ein Boden seine Fruchtbarkeit auch fernerhin annähernd behalten soll, die auf ihm wachsenden und seine Nahrungsart bezeichnenden Pflanzen nicht von ihm entfernt werden dürfen. Ausserdem aber kann die Nahrungsquelle auch dadurch verstopft werden, dass Pflanzenarten auf ihrer Mutterstätte gezogen werden, welche den wildwachsenden Pflanzen durch schnelleres Wachsthum und grösseren Bedarf derselben Nahrungsart ihre Nahrung wegnehmen, so dass die eigentlichen ursprünglichen Besitzer eines Standortes nicht mehr gedeihen können. — Endlich können durch starke, langdauernde Regenniederschläge die löslichen Nahrungsstoffe so tief in die Masse eines Bodens hinabgefluthet werden, dass die auf einem solchen Boden wachsenden Pflanzen sie mit ihren Saugwurzeln gar nicht erreichen können und demgemäss trotz des im Boden vorhandenen Reichthumes von ihrer Hauptnahrung nicht gedeihen. — Nach allem diesem sind also die eine bestimmte Bodennahrung begehrenden Charakterpflanzen nicht immer ganz sichere Anzeiger von den in einem Boden vorhandenen Arten der Nahrungssalze.

2) Dazu kommt noch, dass gar manche dieser sogenannten Charakterpflanzen auf einem Boden wächst und gedeiht, nicht

wegen eines in diesem vorhandenen und vielleicht auch von ihr geliebten Nahrungssalzes, sondern weil ihr der von ihr aufgesuchte Standort gerade das Maass von Licht, Wärme und Feuchtigkeit darreicht, welches sie zu ihrem Gedeihen braucht. Vor allen gilt dieses von den Kalkpflanzen, von denen viele auf einem kalkhaltigen Boden wachsen, weil dieser eben das für ihr Gedeihen nothwendige Maass der eben genannten drei Lebenspotenzen darreicht. Zu diesen Gewächsen gehört z. B. die Küchenschelle *(Anemone pulsatilla)*, welche an sonnigen Orten eben so gut auf lehmigsandigen oder lettenartigen, kalklosen Bodenarten wächst, als auf Kalkhügeln; ebenso die Sand-Immortelle *(Helichrysum arenarium)*, welche hauptsächlich auf sandreichem Boden vorkommt, aber eben so gut auch auf dem kalkhaltigen Dolomitboden (z. B. im fränkischen Jura oder in Südtyrol) gedeiht.

C. Ferner gehören auch zu den Nahrungs-Charakterpflanzen diejenigen Untersiedlerpflanzen, welche die auf oder in einem Boden vorhandenen Düngstoffe nach ihrer Art nicht bloss andeuten, sondern auch zersetzen und in Pflanzennahrung umwandeln. So die meisten früher schon näher angegebenen Schuttpflanzen. Unter ihnen machen sich auf den festen, erst in der Zersetzung begriffenen, Düngstoffen namentlich eines Ackerlandes vorzüglich bemerklich die rothe Taubnessel *(Lamium purpureum)*, die Hanfnessel *(Galeopsis tetrahit)* und der schwarze Nachtschatten *(Solanum nigrum)*; auf den in einem Boden befindlichen flüssigen Düngstoffen (Jauchen) aber treten hauptsächlich, zumal wenn dieselben Stickstoffsubstanzen enthalten, Pilze verschiedener Art, so der Champignon *(Agaricus campestris)*, der Pfefferling oder Dotterschwamm *(Cantharellus cibarius)* u. s. w. auf.

D. Endlich ist nun auch noch zu bemerken, dass auf einem und demselben Boden und in einer und derselben Zeit Charakterpflanzen von verschiedener Art, z. B. Kali-, Natron-, Magnesia- und Kalkpflanzen, zugleich auftreten können. Ganz vorzüglich ist dieses der Fall auf dem Verwitterungsboden der gemengten krystallinischen Felsarten, z. B. des Granites und Gneisses, welcher durch die Zersetzung seines Feldspates allein schon kohlensaures Kali und Natron und zugleich im Wasser lösliche Kieselsäure dem Boden übergibt, ebenso des

Diabases und Basaltes, welche einerseits durch ihren Kalknatronfeldspatgehalt dem Boden lösliche Natron- und Kalksalze und zugleich auch Kieselsäure, durch ihren Augitgehalt aber neben viel kohlensaurem Kalk, auch kohlensaure Magnesia und kohlensaures Eisenoxydul übergeben. Man wird darum auf dem Boden dieser Felsarten eine bunte Gesellschaft von verschiedenartigen Kali, Natron, Magnesia, Kalk begehrenden Pflanzen antreffen. Nicht so verschiedenartig erscheint die Flora auf einfachen Kalkgesteinen und Gypsmassen. Und auf angeschlämmten, während ihres Transportes vom Wasser ausgelaugten, Bodenarten treten die obengenannten Charakterpflanzen noch mehr zurück, wenn sie frei von allen eingemischten und noch zersetzbaren Geröllen und Sandmassen sind. Nur wenn das, sie absetzende und gelöste Salze in sich enthaltende, Wasser auf diesen angeschlämmten Bodenarten stehen bleibt und allmählich verdunstet, zeigen sich diese letzteren oft sogar reich an den Salzarten, welche das Schlämmwasser in ihrer Masse eingesintert hat, wie man an dem, mit Meeressalzen erfüllten, Boden der Marschen beobachten kann. Indessen können an sich salzarme Bodenarten auch durch salzhaltige Quellen, welche von unten her ihre Massen durchdringen, oder durch Flüsse, deren Wasser in das angrenzende Bodengebiet eindringt, mit gelösten Nahrungsstoffen, z. B. mit Gyps-, Kochsalz-, Kalk- oder Eisensalzen und auch mit Kieselsäure versorgt werden. Die meisten Nahrungssalze erhalten jedoch die Kulturländereien durch den ihnen von Zeit zu Zeit durch Menschenhand zugesetzten Mineraldünger.

Wenn nun auch nach allem eben Mitgetheilten das Auftreten oder Nichterscheinen der sogenannten Nahrungscharakterpflanzen nicht immer absolut entscheidend ist für das Vorhandensein von gewissen Nahrungsarten eines Bodens, so bietet doch im Allgemeinen das Erscheinen und Wuchern dieser Pflanzen auf irgend einem Boden ein ziemlich sicheres Merkmal zur Beurtheilung desselben nach seiner Pflanzenproductionskraft. Recht in die Augen fallend tritt dieses namentlich bei dem Dünensande hervor: Dieser, welcher gewöhnlich als der Repräsentant aller unfruchtbaren Bodenarten betrachtet wird, trägt z. B. in der Umgebung der holländischen Stadt *Haarlem* — namentlich bei der Ruine *Bretterode* — ein wirklich buntes und üppiges Gemisch von Pimpinellrosen *(Rosa pimpinella),* Epheu, Orchideen (so *Orchis*

militaris und *fusca)*, Osterluzei, Buchen, Ahornen etc. — kurz von lauter Kalk- und Kalipflanzen. Diese wirklich auffallende Erscheinung hat ihren Grund in den zahlreichen kleinen, oft kaum bemerklichen, aus Kalk bestehenden, Muschel-, Schnecken- und anderen Seethierresten, welche dem Dünensande beigemengt sind.

Es sollen deshalb im Folgenden die am häufigsten vorkommenden Nahrungscharakterpflanzen der verschiedenen Bodenarten etwas näher betrachtet werden.

§ 46. Nähere Angaben der häufigsten, die Bodennahrungsarten bezeichnenden, Untersiedlerpflanzen.

1) Die Bodendüngeranzeiger.

Zu ihnen gehören, wie schon im § 23 angegeben worden ist, alle diejenigen Pflanzen, welche theils auf absterbenden, theils auf ganz abgestorbenen und in voller Verwesung begriffenen oder auch ganz verwesten Thier- und Pflanzensubstanzen wachsen. Diejenigen Arten derselben, welche auf den, im ersten Stadium der Verwesung begriffenen, noch die volle Körperform der Organismen zeigenden, Substanzen zum Vorschein kommen, gehören zum grössten Theile zu der grossen Klasse der Pilze oder auch der Schurfflechten (z. B. an der Rinde der Bäume); diejenigen Arten dagegen, welche auf den im zweiten Stadium der Verwesung befindlichen, schon zum Theile erdig gewordenen, Organismenresten, namentlich Pflanzentheilen, (— von denen hier vorzugsweise die Rede ist —), auftreten, gehören zum grössten Theile sichtbarblüthigen, mit einfachen, leicht ausziehbaren, kurzfaserigen, Büschelwurzeln und häufig ätzenden, — oft ammoniakalischen — Säften versehenen, Pflanzen an; diejenigen Arten endlich, welche auf ganz verwesten, schlammigflüssigen, mit mineralischer Erdkrume innig untermischten, Humussubstanzen wohnen, sind meist auch büschelwurzelig, leicht ausziehbar, werden beim Trocknen leicht schwarz und enthalten in ihren Körpersubstanzen meist viel Kali oder Kalkerde; sehr oft auch reichlich Eiweiss und andere Stickstoffsubstanzen, aber nicht selten auch giftige Stoffe, zumal, wenn die Humussubstanzen von stickstoffhaltigen Organismenresten abstammen. Sie bilden die Gruppe der eigentlichen Humus-

pflanzen, während die Bewohner der erst halb verwesten Düngstoffe die Moderpflanzen umfassen.

Zu den hierher gehörigen Bodendünger anzeigenden Pflanzenarten gehören nun

a. auf Kulturländereien (Aeckern und Gärten)

1) von Moderpflanzen d. h. von Pflanzen, welche auf halb zersetzten Düngstoffen vegetiren: der schwarze Nachtschatten *(Solanum nigrum)*, der rothe und stengelumfassende Bienensaug *(Lamium purpureum* und *amplexicaule)*, die Hanfnessel *(Galeopsis tetrahit)*, die Hunds- und Ackerkamille *(Anthemis cotula* und *arvensis)*, die gemeine Melde, Schweinemelde und steife Melde *(Chenopodium album, hybridum* und *urbicum)*, die kleine Brennnessel *(Urtica urens)* u. s. w. — Alle diese Moderpflanzen befördern, wie schon im § 23 angegeben worden ist, die Verwesung der Düngstoffe und machen dadurch sowohl wie auch durch die Zersetzung ihrer eigenen Körpermassen den Boden fruchtbarer;

2) von eigentlichen Humuspflanzen d. h. von Pflanzen, welche auf schlammigen oder erdigen, meist mit Thon- oder Lehmkrume untermischten, Verwesungssubstanzen wachsen: der Wasserpfeffer, der Ackerknöterig (das Flohkraut), der Vogelknöterig, der Windenknöterig *(Polygonum hydropiper, P. lapathifolium [P. persicaria], P. aviculare, P. convolvulus)*, der Kleber *(Galium aparine)*, der Acker- und Klatschmohn *(Papaver argemone* und *rhoeas)*, der Erdrauch *(Fumaria officinalis)*, der Hederich *(Erysimum cheiranthoides)*, der Acker- und weisse Senf *(Sinapis arvensis* und *alba)*, die sonnenwendige und breitblätterige Wolfsmilch *(Euphorbia helioscopia* und *platyphyllos)*, der Ackerklee *(Trifolium pratense)*, die Erdnuss *(Lathyrus tuberosus)*, der Ackerehrenpreis *(Veronica arvensis)*, die Rapunzel *(Valerianella olitoria)*, das jährige Bingelkraut *(Mercurialis annua)* u. s. w. — Ausserdem namentlich auf brachliegenden, mit thierischer Jauche gedüngten Aeckern Hutpilze verschiedener Art, namentlich der Champignon;

b. auf Wiesen, welche vom Menschen zeitweise mit Dünger versorgt oder von Viehheerden abgeweidet werden, ziemlich dieselben Düngerpflanzen, welche auch auf den Aeckern vorkommen; ausserdem hochhalmige, bandblätterige, büschelwurzelige Gras-

arten, so namentlich der Hohhafer *(Avena elatior)*, das Timothygras *(Phleum pratense)*, der Wiesenfuchsschwanz *(Alopecurus pratensis)*, das Knauelgras *(Dactylis glomerata)*, die Wiesenplatterbse *(Lathyrus pratensis)*, die Wegebreit *(Plantago major)* u. s. w.;

c. im Walde. — Die Wälder sind Pflanzenstaaten, welche theils nur von einer Baumart (einfache Wälder), theils von mehreren, unter einander in Gesellschaft stehenden, Arten von Bäumen (gemischte Wälder) gebildet werden. Alle diese Waldstaaten suchen das Landesgebiet, welches sie einmal in Besitz genommen, zu schützen gegen das Eindringen nicht nur von Sträuchern, sondern auch von Krautgewächsen aller Art, namentlich aber solcher, welche stark wuchern, den Boden aussaugen und dadurch nicht bloss ihnen selbst, sondern — und vorzüglich — ihrer jungen Nachkommenschaft das Nahrungsmagazin und den Wurzelwachsthumsraum verkümmern. Dieses Streben der Waldbäume thut auch seine volle Wirkung, so lange die das Waldheer bildenden Bäume ein vollständig geschlossenes Ganzes darstellen, dessen einzelne Stämme dicht beblätterte, weit ausgebreitete, Kronen tragen, welche mit ihrem Astwerke gewissermassen so unter einander verflochten sind, dass sie über den ganzen Waldesstaat ein geschlossenes Dach bilden, durch welches die Strahlen der Sonne nur vereinzelt und in zitternder Bewegung dringen können, die stärksten Regenniederschläge nur sanft niederzurieseln vermögen und der für so viele Krautgewächse nothwendige Thau wenig oder nicht sich einschleichen kann. In einem solchen geschlossenen Walde herrscht daher eine fortwährende Dämmerung und dabei eine mehr oder weniger feuchte, dumpfe, stehende Luftschichte; in seinen, aus hohen Baumsäulen gebildeten Hallen können demnach auch alle Licht, Luft und Thau begehrenden Krautgewächse, vor allen nicht die eigentlichen Gräser, gedeihen. Nur auf seinen verwesenden Laubabfällen kommen hie und da auf den halb zersetzten Blatt- und Wurzelresten eigenthümliche Schmarotzergewächse von bleichgelber oder bräunlicher Färbung, so die Nestophrys *(Ophrys nidus-avis)* (in Fichtenwäldern auch die Korallenophrys *[Corallorhiza innata]*), der Fichtenspargel *(Monotropa hypopythis)* und die Schuppenwurz *(Lathraea squamaria)* oder auch das Bingelkraut *(Mercurialis perennis)* vor; ausserdem aber suchen nur schöne grüne Teppiche von Astmoosen *(Hypnum-*

Arten) das öde Einerlei des mit verwesendem Laube bedeckten Bodens zu verschönern; sonst aber machen sich nur, hauptsächlich da, wo die Thiere des Waldes ihren Unrath abgesetzt haben, Hutschwämme verschiedener Art (so der Fliegenschwamm, der Dotter- oder Eierschwamm, der Steinpilz, der Korallenschwamm) bemerklich. Nur beim beginnenden Frühjahre, wenn die Sonne noch durch die blattlosen Baumkronen ihre belebenden Strahlen bis zur Erde senden kann, treten namentlich in der Randzone der Wälder die weissen Blumensterne des Waldwindröschens *(Anemone nemorosa)* und die schönblauen Rosenblumen des Leberblümchens *(Hepatica triloba)* als Schmuckpflanzen des noch blattlosen Waldstaates, aber nur auf kurze Zeit hervor. — Alles das aber wird anders, wenn der Baumstaat seinen Schluss verloren und Lücken in seinem Heere bekommen hat, durch welche Sonnenlicht, Thau und Luftwechsel ungehindert in seine Hallen eindringen kann. Jetzt lassen sich an den von der Sonne zeitweise beschienenen Stellen des Waldes auf den, in der Vermoderung begriffenen, Laubabfällen alle die schon im § 23 genannten Moderpflanzen, so der Waldzist *(Stachys silvestris)*, der rothe Fingerhut *(Digitalis purpurea)*, die Hanfnessel *(Galeopsis tetrahit)*, die Tollkirsche *(Atropa belladonna)*, der schwarze Nachtschatten *(Solanum nigrum)*, die grosse Brennnessel *(Urtica dioica)*, die vierblätterige Einbeere *(Paris quadrifolia*, namentlich auf Kalkboden), auch der Bärenlauch *(Allium ursinum)* und an noch lichteren Stellen da, wo viel kohliger Humus vorhanden ist, auch das Weidenröschen *(Epilobium angustifolium)* nieder. Sie alle arbeiten an der Umarbeitung der moderigen Verwesungsmassen in eigentlichen Humus. Und haben sie ihr Lebensziel erreicht, dann sterben auch sie ab und übergeben ihre von ammoniakalischen Stoffen erfüllten Körper dem Nahrungsmagazine des sie tragenden Bodens, welcher nun alle die durch die Dungpflanzen zubereiteten Nahrungsstoffe zur Erziehung der auf den entblössten Stellen aufkeimenden Baumpflanzen verwendet, um so die Lücken im Baumheere wieder auszufüllen, ehe noch die in seine Lücken eindringenden, feindseligen, Sträucher und Kräuter sich ihrer bemächtigen können. Auf dem mit eigentlichen Humussubstanzen gemischten Boden kommen nun auch, zumal wenn er Kalk enthält, vielerlei Schmuckpflanzen des Waldes zum Vorscheine, so das schon genannte Leberblümchen

(Hepatica), das Maiblümchen *(Convallaria majalis)*, die Aronswurz *(Arum maculatum)*, auch der Türkenbund *(Lilium martagon)*, selbst das Vergissmeinnicht *(Myosotis silvatica)*, vor allen aber die Arten des Lerchensporns *(Corydalis)*.

2) Die Kalkanzeiger.

Unter den auf einem kalkhaltigen Boden auftretenden Pflanzen sind, wie schon angegeben, zu unterscheiden:

Kalkwärme liebende, welche auch auf anderen, z. B. lehmigsandigen, Bodenarten, die den sie bewohnenden Pflanzen dieselbe Wärme- und Feuchtigkeitsmenge, wie der kalkige Boden darreichen, vorkommen, und Kalknahrung begehrende Pflanzenarten, welche zu ihrem Gedeihen eine bestimmte Menge von Kalksalzen brauchen und darum nur auf kalkhaltigem Boden gedeihen, womit indessen ihr Auftreten sich keineswegs nur auf den aus Kalkstein entstandenen Boden beschränkt, sondern überhaupt auf jedem Boden zu bemerken ist, welcher Mineralreste umschliesst, welche bei ihrer Zersetzung namentlich kohlensauren Kalk in bemerklichen Mengen dem Boden übergeben, wie dieses bei allen gemengten Felsarten der Fall ist, welche aus Kalkfeldspaten und Augit oder Kalkhornblende bestehen, z. B. bei dem Diabas und Basalt oder auch manchem Granit, Porphyr und Melaphyr; ja selbst bei dem, mit zerriebenen Conchylienkalkschalen untermengten, Dünensande. Unter diesen Kalk begehrenden Pflanzenarten aber gibt es nun wieder solche, welche auf jedem Boden gedeihen, wenn derselbe ihnen nur das von ihnen begehrte Maass von kohlensaurem Kalk liefern kann, und solche, welche einerseits kohlensauren Kalk zu ihrer Nahrung, aber andererseits auch die nur von dem Kalkboden darreichbare Menge von Wärme und Feuchtigkeit verlangen. Und diese letztgenannten Pflanzenarten umfassen die Gruppe der *eigentlichen Kalkpflanzen*, zu denen jedoch nicht die sogenannten Gyps- und Phosphoritpflanzen gerechnet werden dürfen, da die ersteren, d. i. die Gypspflanzen, auf dem Gyps am besten gedeihen, nicht in Folge seines Kalkes, sondern seines Schwefelsäuregehaltes wegen, welcher ihnen eben vom Gypse in der Art und Menge dargereicht wird, wie sie diese Säure zur Darstellung ihres Eiweissgehaltes brauchen, während die Phosphorit-

pflanzen (z. B. alle auf Knochenmehl wachsenden Pflanzen) hauptsächlich den Phosphorit wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure lieben, woher es auch kommt, dass diese Pflanzen auf allen den Bodenarten gedeihen, welche Phosphorsäure haltige Mineraltrümmer (z. B. Glimmer oder Augit) enthalten oder reichlich mit thierischem Dünger (Urin, Fleisch, Blut oder Knochen) versehen sind.

Im Allgemeinen treten unter den Kalk begehrenden Pflanzen am meisten hervor die Familien der Steinobstfrüchtler *(Drupaceen),* Apfelfrüchtler *(Pomaceen),* Rosenarten *(Rosaceen),* Lippenblümler (namentlich der *Labiateen)* und Schmetterlingsblüthler *(Papilionaceen).* Diese Familien liefern die meisten Arten der eigentlichen Kalkpflanzen. Dagegen machen sich unter den eigentlichen Gräsern *(Gramineen)* nur wenige Arten, so das Federgras *(Stipa pennata),* das gewimperte Perlgras *(Melica ciliata)* und etwa das Zittergras *(Briza media),* und von den Haidearten *(Ericaceen)* gar keine Arten als kalkbegehrende Gewächse bemerklich. Und ebenso sind die Laubmoose überhaupt dem Kalke abhold. Ueberhaupt darf man wohl behaupten, dass alle viel Thau und Kieselsäure begehrende Gewächse ihre Hauptheimath auf thonigem, reichlich mit Sand untermengtem, **kalkarmem** oder **kalkleerem,** Boden haben.

Alles dieses vorausgesetzt sind hier nun namentlich folgende *eigentliche Kalkanzeiger* unter den Untersiedlergewächsen anzuführen:

a. auf Kulturboden (Aeckern und Gärten): der Ackerwaldmeister *(Asperula arvensis),* die Ackerscherardie *(Sherardia arvensis),* der Sommeradonis *(Adonis aestivalis),* die Ackerbrombeere *(Rubus caesius),* der knollige Kümmel *(Carum bulbocastanum),* die Ackersicheldolde *(Sium falcaria),* das rundblätterige Hasenohr *(Bupleurum rotundifolium),* die Haftdolde *(Caucalis latifolia),* der Ackerwachtelweizen *(Melampyrum arvense)* und in seiner Gesellschaft meist *Teucrium botrys* und auch *Euphrasia odontites;* ferner die knollige Platterbse *(Lathyrus tuberosus)* und in ihrer Gesellschaft sehr häufig auch der Kornmohn *(Papaver rhoeas)* und der Kornrathem *(Agrostemma githago).* Man findet überhaupt in der Gesellschaft der letztgenannten Kalkpflanzen häufig Ackerschmuckpflanzen, namentlich im Staate des Roggens und Weizens, welche eigentlich nicht zu den Kalkpflanzen gehören und wahrscheinlich mit dem Getreide eingewandert sind, so ausser dem Kornrathem

noch die blaue Kornblume *(Centaurea cyanus),* die Ackerwinde *(Convolvulus arvensis)* und jedenfalls auch der Ackermohn, — alles schönblüthige, aber meist unnütze, Untersiedlerpflanzen, welche indessen den einförmigen, steifen Staat der Getreidearten schmücken;

b. auf Wiesen: die Kammschmiele *(Koeleria cristata),* die Pastinake *(Pastinaca sativa)* (?), die Möhre *(Daucus carota)* (?), die kriechende Hauhechel *(Ononis repens),* der Wiesenklee *(Triticum pratense),* die Zaunwicke *(Vicia cracca),* die Wiesenplatterbse *(Lathyrus pratensis),* der Klappertopf *(Alectorolophus major),* der Wiesenknopf *(Poterium sanguisorba)* und meist in seiner Gesellschaft auch das Zittergras *(Briza media)*, und ausserdem auch der Kümmel *(Carum carvi);*

c. im Walde. Das Gebiet der auf kalkspendendem Boden sesshaften Waldstaaten, vor allen der Buchen, ist unter allen diesen Staaten am reichsten an eigentlichen Kalkpflanzen, aber nicht sowohl in den tiefschattigen Hallen ihres Innern, wo eigentlich nur Moderpflanzen, wie z. B. die vierblätterige Einbeere *(Paris quadrifolia),* die Haselwurz *(Asarum europaeum)* und der wohlriechende Waldmeister *(Asperula odorata)* üppig gedeihen, als eigentlich in dem Gebiete der nur im lichten Halbschatten befindlichen Vorwaldzone. In dieser Zone macht sich zunächst ein mehr oder minder dichtes Gebiet bemerklich, welches häufig aus Sträuchern der verschiedensten Arten besteht und aus welchem einzelne Bäume gewissermassen wie Schirme gegen die heissen Sonnenstrahlen hervorragen. Unter diesen Bäumen treten unter anderen als echte Kalkbezeichner hervor der wilde Birn- und Apfelbaum, die gemeine Felsenmispel *(Pirus* oder *Aronia amelanchier),* der Mehl- und Elsbeerbaum *(Sorbus aria* und *S. torminalis).* Von den zu ihren Füssen sich ausbreitenden Gesträuchearten aber machen sich neben Weissdorn am meisten bemerklich der wollige Schneeball *(Viburnum lantana),* die Kronenmispel *(Cotoneaster vulgaris Lindl.)* und der Kreuz- und Fauldorn *(Rhamnus cathartica* und *Rh. frangula).* Am äussersten Rande dieser Gesträuchzone aber bildet die Essigrose *(Rosa rubiginosa)* und auch der Wachholder gewissermassen die Grenzsträucher des Waldstaates. Schon im Walde selbst schlängelt sich der Epheu mit üppigem Gezweige bis hoch in die Baumkronen; da aber, wo

sich aus dem Gesträuchdickicht einzelne Bäume erheben, da rankt der gemeine Jelängerjelieber *(Lonicera periclymena)* und der wilde Hopfen *(Humulus lupulus)* sich zwischen Gesträuch und Bäumen oft in gewaltiger Ueppigkeit hin und her. Und wo nun die Sonne das Strauchdickicht beherrscht, da flechtet die Waldrebe *(Clematis vitalba)* ihr undurchdringliches Zweiggewebe zwischen allen Gesträuchen, die sie mit ihren rankenden Blättern erreichen kann.

Die eben kurz geschilderte Gesträuchzone und auch noch der lichte Waldesstaat selbst bildet nun die Heimath einer grossen Schaar verschiedenartiger Kalk begehrender Untersiedlergewächse. Schon an dem Rande der buschigen Vorwaldzone treten hervor der Wundklee *(Anthyllis vulneraria)*, die Waldanemone *(Anemone silvestris)* oft in Gesellschaft der Küchenschelle, die Waldplatterbse *(Lathyrus silvestris)*, der gewimperte Enzian *(Gentiana ciliata)*, der ährenblüthige Ehrenpreis *(Veronica spicata)*, oft mit dem Dosten *(Origanum vulgare)*, der Pimpinelle *(Poterium sanguisorba)*, und dem Zittergrase *(Briza)* verbündet. Aber am schönsten zeigen sich unter diesen Untersiedlern die zahlreichen *Orchideen*, deren einzelne Arten vorzüglich an lichten Stellen in der nächsten Umgebung von Sträuchern hervortreten, so die *Orchis militaris* und *fusca*, die *Gymnadenia conopsea*, die fliegenähnliche *Ophrys myoides* und die spinnenähnliche *Ophrys araneïfera*, die schöne, einem rothen Vögelchen ähnliche *Cephalanthera rubra* (und *pallens*), die wie Vanille riechende *Epipactis rubiginosa* und der schöne Frauenschuh *(Cypripedium calceolus)*. Alle diese, durch ihre eigenthümlichen, oft Insecten ähnlichen, Blumen ausgezeichneten Orchideen-Arten treten hauptsächlich in der nächsten Umgebung von Wachholder- und Haselnusssträuchen auf, wohnen mit ihren Wurzeln zwischen den halbverwesten Blattabfällen dieser Sträucher und sind daher wohl eigentlich zu den Moderpflanzen zu rechnen, die nur darum am liebsten auf dem Kalkboden sich ansiedeln, weil auf diesem diejenigen Sträucher, deren Moder sie lieben, bei ihrer Verwesung einen kalkhaltigen Humus erzeugen, so wie sie ihn gerade zu ihrem Gedeihen brauchen. (Vielleicht könnte man sie deshalb Kalkmoderpflanzen nennen.)

Eine häufige Bewohnerin der Sträucherzone ist an sonnereichen Stellen auch das Salomonssiegel *(Convallaria polygonatum)*, während ihre Verwandtin, die wohlriechende Maiblume *(Convallaria*

majalis), mit ihren gewöhnlichen Gesellschafterinnen, dem Sanickel *(Sanicula europaea)* und der Leberblume *(Hepatica triloba)* mehr den feuchten Schatten der Wälder selbst aufsucht.

3) Die Kalianzeiger.

Nächst den Kalksalzen besitzen wohl die im Wasser löslichen *Kalisalze*, vor allen das kohlen-, salpeter- und kieselsaure Kali, die weiteste Verbreitung im Gebiete der Bodenarten, wenn sie auch in Folge ihrer leichten Löslichkeit und Aufsaugbarkeit durch die Pflanzenwurzeln in der Masse des Bodens fast stets nur in sehr geringen Mengen gefunden werden, wenn anders diese letzteren nicht reichlich mit Kali haltigen Steinresten oder mit Humussubstanzen kalireicher Pflanzen oder auch mit künstlich zugesetzter, Kali haltiger Asche versehen sind. Am häufigsten zeigen sie sich noch in dem Verwitterungsthon und Lehm der Kalifeldspat haltigen Felsarten; ausserdem auch in dem Boden derjenigen Sandsteine, welche viel Feldspatkörner und Glimmerschüppchen enthalten; und endlich finden sie sich auch in dem Dünensande, wenn derselbe reich an Feldspatkörnchen ist. Weil nun aber die bei weitem meisten Pflanzen, namentlich unter den kryptogamischen Gewächsen die Farrn, und unter den sichtbarblüthigen die grasartigen Gewächse und die meisten Bäume die Kalisalze zu ihrer Hauptnahrung begehren, so ist es kaum möglich, unter ihnen diejenigen Pflanzenarten herauszufinden, welche vorzugsweise den Kaligehalt eines Bodens andeuten. Am ersten möchten demnach folgende Gewächse als solche Kalianzeiger anzugeben sein:

1) Auf Kulturland, dessen Masse lehmig oder auch mergelig ist und periodenweise reichlich mit Pflanzendünger oder auch Buchenasche versorgt wird, zeigt sich schon im ersten Frühjahre, ehe noch der Boden desselben mit Kulturpflanzen versehen ist, eine wahre Decke von dem Boden mehr oder weniger angedrückten kleinen Pflanzen, unter denen namentlich die Rapunzel *(Valerianella olitoria)*, welche übrigens auch noch Kalk begehrt, der Ackerehrenpreis *(Veronica arvensis* und auch die *Ver. triphyllos* und *hederaefolia)* und oft auch das Maasskraut *(Sagina procumbens)* und der Sperk *(Spergula arvensis)* hervortreten. Alle diese Pflanzen geben beim Einäschern namhafte Mengen von kohlensaurem Kali; sie alle sind daher Kalianzeiger. Dasselbe ist nun auch der Fall

bei dem erst später unter der Saat hervortretenden Ackergauchheil *(Anagallis arvensis* und *Anag. coerulea,* welch letztere aber auch Kalk begehrt) und dem Erdrauch *(Fumaria officinalis).*

2) Auf Wiesen macht sich der Kaligehalt des Bodens schon bemerklich durch das üppige Wachsthum der hochhalmigen, bandblätterigen, büschelwurzeligen, eigentlichen oder süssen Wiesengräser, welche zugleich auch den Reichthum des Bodens an löslicher d. i. mit Kali verbundener Kieselsäure andeuten.

3) Wie auf den Wiesen schon das üppige Wachsthum der süssen Wiesengräser, so deutet in den Wäldern die strotzende Gesundheit der den Wald bildenden Bäume, namentlich der Buchen und der, Kieselsäure und Kali in reichlicher Menge begehrenden Eichen, Eschen, Ulmen und Birken, darauf hin, dass der sie ernährende Boden reichlich Kali (— meist im Verbande mit Kohlen- und Kieselsäure —) zu produciren vermag, mag er nun sandig, lehmig, lettig, oder kalkigthonig sein. Mit der Zeit freilich würde dieser Boden an den genannten beiden Nahrungsmitteln in dem Grade ärmer werden, je mehr sich die sie brauchenden Baumarten in allen ihren Körpergliedern entwickeln, wenn nicht dieselben durch das alljährliche Absterben ihrer Blätter und Wurzelfasern, — also gerade die am meisten Kali haltigen Köpertheile —, dem Boden die ihm entzogenen Nahrungssalze zum grossen Theile immer wieder zurückgäben. Für die Waldstaaten müssen demnach die jährlich sich immer von neuem entwickelnden Verwesungssubstanzen ihrer Körperabfälle dieselben Dienste thun, wie die den Kulturländereien zugesetzten künstlichen Düngermassen. Für die volle Zersetzung derselben, für die neue Bereitung von wirklich ernährenden Kalisalzen, so namentlich von salpetersaurem Kali, helfen dann hauptsächlich die schon früher genannten, mit ätzenden, alkaloïdischen Säften versehenen, Schuttpflanzen. Diese sind demnach für den Waldboden als die Kali bereitenden Hintersiedlerpflanzen zu betrachten. Unter ihnen nun sind namentlich als Kalisammler zu nennen die Tollkirsche *(Atropa belladonna),* der schwarze Nachtschatten *(Solanum nigrum),* die grosse Brennnessel *(Urtica dioica),* der Wolfsschlund *(Scrophularia nodosa),* das Weidenröschen *(Epilobium angustifolium);* ausserdem auch der Lerchensporn *(Corydalis cava),* die Aronswurz *(Arum maculatum),* das Waldhabichtskraut *(Hieracium silvaticum),*

endlich auch mehrere Farrnkräuter, so das Engelsüss *(Polypodium vulgare)*, der Adlerfarrn *(Pteris aquilina)*, der Wurmfarrn *(Aspidium filix mas* und *Athyrium filix femina)*.

4) Kochsalzanzeiger.

Auf Bodenarten, welche von den Meeresfluthen abgesetzt worden sind und auch noch von Zeit zu Zeit überschwemmt werden, wie dieses der Fall ist im Gebiete der Meeresmarschen; ferner auf Bodenarten, welche mit unterirdischen Steinsalzlagern in Berührung stehen und von Salzquellen durchzogen werden, wie dieses nicht selten in dem Gebiete der Steinsalz führenden Formationen des Zechsteines, Buntsandsteines, Muschelkalkes und Keupers oder auch mancher gemengten krystallinischen Felsarten, welche hie und da Steinsalzkörner unter ihren Gemengtheilen besitzen (z. B. beim Gneiss und Porphyr oder auch bei Trachyten), vorkommt, treten gewöhnlich Pflanzenarten auf, welche ihrem Aschengehalte nach vorzüglich Kochsalz, Soda und Pottasche, — dazu bisweilen auch Glaubersalz, Bittersalz und Gyps — zu ihrer Nahrung brauchen. Diese Pflanzen nennt man darum *Kochsalzpflanzen*. Unter ihnen sind namentlich bemerkenswerth: die Krötenbinse *(Juncus bufonius)*, der Dreizack *(Trichlochin maritimus)*, der Meerrettig *(Cochlearia maritima)*, der Sellerie *(Apium graveolens)*, das Meerstrandsmilchkraut *(Glaux maritima)*, die Strandwegbreite *(Plantago maritima)*, die Strandaster *(Aster tripolium)*, der Glasschmelz *(Salicornia herbacea)* und das Salzkraut *(Salsola Kali)*.

5) Die Kieselsäure- oder Kieselanzeiger.

Unter den mineralischen Nahrungsmitteln der Pflanzen spielt die *Kieselsäure* eine höchst bedeutsame Rolle. Für sich allein erscheint sie nur schwer und nur in sehr vielem Wasser, zumal wenn es kohlensäurehaltig ist, löslich; ja, wenn sie einmal vollständig zu einem krystallinischen Minerale, d. i. zu dem allbekannten Quarze oder Kiesel erstarrt ist, vollständig unlöslich. Und doch wachsen gerade die allermeisten, Kieselsäure begehrenden Pflanzen auf Bodenarten, welche reich an Sand sind, also vermeintlich aus Quarzkörnern bestehen. Diese Erscheinung nun hat Veranlassung gegeben, die Körner der Sandbodenarten genauer

auf ihren Kieselsäuregehalt zu untersuchen. Und diese Untersuchung hat gelehrt,

1) dass in sehr vielen Fällen, — und namentlich in den Sandgehäufen der jüngsten Erdrindenformationen, so vorzugsweise des Flug- oder Dünensandes — die sogenannten Quarzkörner nicht bloss aus krystallinischem, ganz unlöslichem, Quarz, sondern auch aus zerriebenem Feuerstein, aus mehlähnlicher Kieselguhr (d. i. aus verkieselten Körperresten von urweltlichen Algen) oder auch aus zermalmten Körpergliedern von Moosen (Torfmoosen), Schachtelhalmen und Gräsern — kurz aus derjenigen Abart der erstarrten Kieselerde bestehen, welche man amorphe nennt und welche durch kohlensaures Kali oder Natron im Wasser löslich gemacht wird;

2) dass viele vermeintliche Quarzkörnchen des Sandes aus zersetzbaren kieselsauren Mineralresten, z. B. aus Feldspatarten bestehen, welche bei ihrer Zersetzung durch kohlensaures Wasser theils reine lösliche Kieselsäure, theils lösliche kieselsaure Alkalien geben, welche sowohl von den Pflanzen wie auch von dem Thone eines Bodens begierig aufgesogen werden.

Welche unermesslich weite Landesstrecken nehmen nun aber schon die Ablagerungen des Sandes auf der Erdoberfläche ein? Dazu kommen nun noch die über die ganze Erdoberfläche verbreiteten Gebirge, welche zum Theil aus Sandsteinen, zum Theil aus Silikatgesteinen bestehen, die alle bei ihrer Zersetzung neben unlösbaren Quarzkörnern mehr oder weniger viel in reinem oder kohlensaurem Wasser löslicher kieselsaurer Alkalien liefern. In der That nächst dem kohlesauren Kalk sind keine anderen Mineralpflanzennahrungsstoffe so häufig und so weit verbreitet als die kieselsauren Alkalien. Und doch findet man sie bei der chemischen Untersuchung der Bodenarten in der Regel nur in sehr geringen Mengen, namentlich in dem Bodenwasser. Der Grund von dieser Erscheinung liegt einerseits in der Begierde des bei der Silikat-Zersetzung freiwerdenden Thones, die mit ihm zugleich freiwerdende Kieselsäure in sich aufzusaugen und so fest zu halten, dass nur Lösungen von humus- oder kohlensauren Alkalien (Kali, Natron oder Ammoniak) dieselbe ihm wieder zu entziehen vermögen; — und andererseits in der grossen Begierde der, Kieselsäure zum Aufbaue und zur Festigung ihres Körpers brauchenden,



Pflanzen, die feinsten Spuren von kieselsauren Alkalien in sich aufzusaugen. Die Laubmoose, vor allen die torfbildenden Laub-, Stamm- und Sumpfmoose, die Schachtelhalme *(Equiseten),* die zahlreichen Arten der eigentlichen Gräser, die Woll- und Riedgräser, die Simsen und Binsen, die grosse Waldungen zusammensetzenden Haiden, die Aspen, Birken, Ulmen, Eschen, Eichen, Fichten, Kiefern u. s. w. — sie alle begehren Kieselsäure und werden darum am üppigsten da gedeihen, wo das Wasser des sie tragenden Bodens ihnen unausgesetzt kieselsaure Alkalien darreichen kann. Alle diese Kieselpflanzen nehmen darum dem Boden fortdauernd kieselsaure Alkalien, aber sie geben auch meistens das ihm Geraubte nach ihrem Absterben wieder zurück, wenn anders ihre Verwesung unter dem Einflusse von Luft und Feuchtigkeit oder von Jauchen, welche humussaure Alkalien enthalten, vor sich gehen kann, oder wenn ihre durch vollständige Verbrennung erhaltene Asche unter Hülfe von Feuchtigkeit dem Boden übergeben wird.

Bemerkung: Wie bei den Kalkpflanzen, so sind auch unter den Kieselpflanzen zweierlei Gruppen zu unterscheiden, nämlich eine, welche auf einem sandreichen Boden wächst, nicht weil sie von ihm Kieselsäure begehrt, sondern weil sie die Consistenz, die Temperatur und den Feuchtigkeitsgrad liebt, welche der sandreiche Boden ihren Arten gewähren kann, und eine zweite Gruppe, welche von dem Sandboden nicht bloss die ebengenannten physischen Eigenschaften, sondern auch Kieselsäure als Nahrung begehrt. Die erste dieser beiden Gruppen kann auch auf anderen Bodenarten — z. B. auf Kalkboden — gedeihen, wenn dieselben den Arten dieser Gruppe das von ihnen begehrte Maass von Consistenz, Wärme und Feuchtigkeit gewähren können. Diese Pflanzen gehören also nicht zu den eigentlichen Kieselpflanzen, auch wenn sie auf Sandboden wachsen. Zu ihnen gehören nur die Arten der zweiten Gruppe, welche unter allen Verhältnissen Kieselsäure zu ihrer Ernährung brauchen und eben darum auch auf allen Bodenarten vorkommen können, welche ihnen dieselbe in dem Maasse gewähren, wie sie dieselben brauchen.

§ 47. Nähere Angaben über die Kulturschutzpflanzen. — Die zwischen den Kulturpflanzen auftretenden Untersiedlergewächse üben, sobald sie in grossen Mengen den Boden überziehen, gewöhnlich einen mehr oder minder grossen, bald zuträglichen, bald schädlichen Einfluss auf die, in ihrer Gesellschaft lebenden, Kulturgewächse aus, sei es nun, dass sie ihren gemeinschaftlichen Standort

verbessern oder verschlechtern, sei es auch, dass sie den letzteren den Wachsthumsraum und das Nahrungsmagazin rauben, sei es endlich auch, dass sie sich den Kulturpflanzen wie Schmarotzer anhaften und sie erdrücken oder aussaugen oder auch vergiften. Man muss deshalb unter den Untersiedlerpflanzen nützliche und schädliche für die, mit ihnen in geselligem Verbande stehenden, Kulturpflanzen unterscheiden.

Zu den nützlichen Untersiedlerpflanzen nun gehören vorzüglich alle diejenigen Arten derselben, welche

1) die physischen Eigenschaften eines Bodens so umändern, wie es für die auf ihm sesshaften Kulturpflanzen günstig ist, welche also

a. einen, an sich zur raschen Verdunstung seiner Feuchtigkeit, zur Erhitzung und Austrocknung geneigten, Boden feucht und kühl erhalten, wie dieses z. B. eine leichte Moos- oder Grasdecke vermag;

b. einen sich leicht verschliessenden, fest und hart werdenden, das Bodenwasser fest haltenden, Boden auflockern und für das Eindringen der Luft und Sonnenwärme zugänglich machen, wie dieses die Pflanzen, welche zahlreiche, wagrecht den Boden durchziehende, Seitenwurzeln treiben, oder auch diejenigen Pflanzen thun, welche mit ihren, den Boden durchziehenden, zähen, peitschenförmigen, Wurzeln viel Feuchtigkeit aufsaugen und durch ihre Blätter wieder rasch verdunsten lassen;

c. einen, im trockenen Zustande allzu lockeren oder bindungslosen, Boden bindiger und zum Festhalten der Wurzeln geeigneter machen, wie dieses z. B. auf dem Flugsande der Dünen die mit langen, vielfach verzweigten, Wurzelausläufern den Sand nach allen Richtungen durchziehenden Sandgräser, so namentlich das Sandrohr *(Ammophila arenaria Link.)*, das Sandhaargras *(Elymus arenarius)* und die Meergerste *(Hordeum maritimum)* thun;

2) das Nahrungsmagazin eines Bodens verbessern, sei es nun, dass sie selbst rasch verwesen und durch ihre salzreichen Verwesungsproducte dem Boden reichliche und gute Nahrungsmittel zuführen, sei es, dass sie an sich schwer verwesliche Pflanzenreste zur vollständigen Zersetzung anregen und in nahrhafte Humusflüssigkeiten umwandeln, sei es, dass sie durch

ihre Verwesungssubstanzen die mineralischen Trümmer zur Zersetzung und Spendung von Mineralsalzen anregen, wie dieses alles durch die früher schon genannten Schuttpflanzen vollbracht wird;

3) die jungen Pflanzen der Kulturgewächse schützen und zwar:

a. einerseits gegen allzu starke Sonnenwärme und andererseits gegen Nachtfröste,

b. gegen allzu starke und heftig niederstürzende Regenniederschläge, welche leicht entweder eine Entwurzelung oder auch eine Verschlämmung der Saatpflanzen herbeiführen können,

c. gegen den Schneedruck.

Alles dieses thun namentlich, z. B. in Waldkulturen, diejenigen Stauden, welche kleine, aber kräftige — den Saatpflanzen nicht den Wachsthumsraum beengende — Büschelwurzeln, hohe, zähe, holzige, während des Winters stehen bleibende, Stengel und kleine oder schmale Blätter besitzen, z. B. das Hartheu *(Hypericum perforatum)*, das Kreuzkraut *(Senecio vulgaris, S. silvaticus)*, die Schafgarbe *(Achillea millefolium)* u. s. w. Auf Saatbeeten in Wäldern bilden alle diese Stauden wahrhafte Schutzlauben, welche den Druck der Schneeniederschläge vermindern und im Frühjahre auch die schädlichen Wirkungen der oft mit Reifbildung verbundenen Nachtfröste verhindern.

§ 48. Nähere Angaben über die eigentlichen Unkräuter. — Wie die bisher angegebenen Untersiedlerpflanzen das Gedeihen eines Pflanzenstaates befördern oder ihm wenigstens keinen bemerkbaren Schaden zufügen, so gibt es nun auch zahlreiche Untersiedlerpflanzen, welche einem Pflanzenstaate mittelbar oder unmittelbar feindlich entgegentreten. Alle diejenigen Pflanzen nun, welche das Leben und Gedeihen eines, namentlich durch Kultur erzogenen und gepflegten, Pflanzenstaates gefährden oder ganz vernichten, sind zu den **Unkräutern** zu rechnen. Dieser Begriff ist indessen nur relativ richtig, indem einerseits eine und dieselbe Pflanzenart auf verschiedenen Standorten bald als nützlich, bald als schädlich auftreten kann, — z. B. die Deckmoose, welche auf einem leicht erhitzbaren und stark verdunstenden Boden durch ihre Feuchtigkeitshaltung nützen, aber auf einem an sich zur Nässe geneigten Boden

eben durch Zusammenhaltung der Nässe schaden —, und andererseits sogar nützliche Kulturpflanzen unter Verhältnissen zu schädlichen Unkräutern werden können; wenn sie sich in einen Pflanzenstaat, dem sie nicht angehören, massenhaft eindrängen, wie dieses z. B. der Fall ist, wenn sich Klee auf einem Weizenacker in allzu grosser Menge ansiedelt. — Als wirklich schädliche, also als eigentliche, Unkräuter sind daher nur diejenigen Untersiedlerpflanzen zu betrachten, welche unter allen Verhältnissen das Wohlbefinden anderer Pflanzenarten beeinträchtigen, indem sie

a. die physischen Eigenschaften des Bodens so verändern, dass namentlich Kulturpflanzen nicht mehr auf ihm gedeihen können, sei es nun, dass sie einen Boden allzu nass machen (— Versumpfungspflanzen —) oder dass sie die Bodenkrume dürr und staubig machen (— Ausdürrungspflanzen —) oder auch, dass sie den in einem Boden wurzelnden Pflanzen den Wachsthumsraum wegnehmen (— Verdämmungspflanzen —);

b. das Nahrungsmagazin eines Bodens der, für die in ihm wurzelnden Kulturpflanzen nothwendigen, Nahrungsstoffe berauben (— Aushagerungs- oder Hungerpflanzen —);

c. die auf einem Boden wohnenden Kulturpflanzen selbst angreifen und dieselben entweder durch das Umschlingen ihrer Körperglieder erwürgen (— Würgpflanzen —) oder in das Zellgewebe ihrer Körper eindringen und es aussaugen (— Schmarotzerpflanzen —), oder endlich, zumal wenn sich die Kulturpflanzen in einer für ihre Natur ungünstigen Oertlichkeit befinden, dieselben besetzen und durch ihre, die Pflanzenorgane vergiftenden, Bruten allmählich tödten (— Vergiftungspflanzen —).

Ausser diesen eigentlichen Unkräutern kommen hauptsächlich in Kulturpflanzenstaaten auch noch Pflanzen vor, welche vorzüglich dadurch schädlich werden, dass sie von den Gras fressenden Thieren (— Pferden, Rindern, Schafen —) häufig neben ihren eigentlichen Futterkräutern mit verzehrt werden und dann vergiftend auf den Körper dieser Thiere einwirken (— Giftunkräuter, z. B. die Zeitlose, *Colchicum autumnale —).*

Unter den, im Vorstehenden allgemein angegebenen Unkräutern machen sich durch ihr verderbliches Auftreten vorzüglich diejenigen Pflanzenarten bemerklich, welche die unter a. und b. genannten

Eigenschaften ihres Standortes verändern. — Zu ihnen nun gehören im Allgemeinen diejenigen Pflanzenarten, welche

1) sich durch Samen sehr stark vermehren. Unter ihnen machen sich am meisten bemerklich diejenigen Arten, welche sehr zahlreiche, mit Haarpinseln, Haarschirmen oder sonstigen Flugapparaten versehene und darum schon durch leise Luftströmungen leicht verbreitbare, Samen besitzen, wie dieses namentlich bei vielen Pflanzen der 19. Linn. Klasse, so vor allen beim Löwenzahn *(Taraxacum autumnale)* und den Disteln der Fall ist;

2) sich durch stark wuchernde Wurzeln auszeichnen, sei es nun, dass sie aus ihrem Wurzelstocke zahlreich hervortretende, sich nach allen Richtungen in oder auf dem Boden hin ausstreckende Verästelungen oder Ausläufer treiben, welche sich alljährlich immer mehr verlängern und an ihrem jedesmaligen Ende neue Tochterpflanzen treiben, die nun sich ebenso wie die Muttersprossen verlängern und vermehren, so dass am Ende ein den Boden weit und breit durch- oder überziehendes und immer enger werdendes Netz von Ausläufern entsteht, wie man z. B. bei der Quecke *(Triticum repens)* bemerken kann, — sei es auch, dass sie aus ihrem Wurzelstocke seitlich sich nicht verlängernde Sprossen treiben, deren dann jede alljährlich ebensolche Sprossen hervortreibt, welche alle mit dem Mutterstocke verbunden bleiben, alle aus sich heraus neue, langwurzelige Pflanzen treiben und so um die ursprüngliche Mutterpflanze herum einen, am Umfange immer weiter sich ausbreitenden und an Blättern und Wurzeln immer dichter werdenden, Familienstock oder Rasen bilden, wie man bei den sogenannten Filzgräsern, z. B. bei dem Borstengrase *(Nardus stricta)*, der Drahtschmiele *(Aira flexuosa)*, dem Schafschwingel *(Festuca ovina)* und dem gemeinen Windhalm *(Agrostis vulgaris)* bemerken kann.

Alle diese durch Wurzelbrut sich vermehrenden Unkräuter besitzen nun nicht bloss eine starke Wucherkraft, der zu Folge sie in verhältnissmässig kurzer Zeit grosse Flächen Landes in Besitz nehmen können, sondern auch eine grosse Zähigkeit in der Lebenskraft ihrer Wurzelsprossen, so dass sie schwer zu vertilgen sind; denn wenn von ihrem mühsam ausgerodeten Wurzelstocke oder Ausläufernetze auch nur eine bewurzelte Sprosse im Boden zurückbleibt, so treibt diese doch wieder neue Nachkommenschaft

aus sich heraus. Dazu kommt endlich auch noch die viele Jahre hindurch unversehrt bleibende Keimkraft ihrer Samen.

§ 49. Uebersicht der bedeutsamsten Kulturlands-Unkräuter nach ihren Standorten und ihrer Wirthschaftsweise. — Unter den im vorigen Paragraphen im Allgemeinen angedeuteten Unkräutern treten am häufigsten und schädlichsten namentlich folgende Arten hervor:

A. Auf Aeckern und in Gärten:

I. *Versumpfungspflanzen.* Sie zeigen sich vorzüglich auf thonreichem oder sehr humusreichem oder auch sandreichem, schattig und feucht gelegenem oder mit einem undurchlässigen Untergrunde versehenem Boden und gehen dem kalkhaltigen Boden um so mehr aus dem Wege, je kalkreicher er ist. Zu ihnen gehören:

Astmoose *(Hypnum*-Arten), seltener Stammmoose;

der Ackerschachtelhalm oder Dubock *(Equisetum arvense),* ein den Boden nicht bloss nasshaltendes, sondern auch an seiner Oberfläche mit einem, immer dichter werdenden Netz von verzweigten Stengeln, verdämmendes Unkraut;

der Huflattich *(Tussilago farfara),* welcher durch seine breiten, flach ausgebreiteten Blätter den Boden für die Aufnahme von Moosen vorbereitet und durch seine starken Wurzeln verdämpft;

die Krötensimse *(Juncus bufonius).*

II. *Verdämmungspflanzen.* Theils durch Filzwurzeln, theils durch ihre Ausläufer treibenden Wurzelstöcke, theils durch ihre dicht neben einander stehenden Individuen namentlich auf sandig-lehmigen (oder auch kalkigthonigen) Aeckern den Kulturpflanzen den Wachsthumsraum versperrend. Ausser dem schon genannten Ackerschachtelhalm gehören hierher:

die Quecke *(Triticum repens),* ein schwer auszurottendes, die Getreideäcker oft nach allen Richtungen hin mit einem dichten Netze von Ausläufern überziehendes Gras;

die Ackerbrombeere *(Rubus caesius),* namentlich auf kalkhaltigem thonigen Boden ein nach allen Richtungen hin dicht verzweigtes Netz von schwer auszurodenden Ausläufern treibend.

Ausser diesen, durch ihre Ausläufer schadenden, Ackerpflanzen gibt es nun auch Pflanzen, welche durch ihr dichtes Nebeneinanderwachsen den Wachsthumsraum der Kulturpflanzen beengen. Zu ihnen gehören:

der Acker- und Klatschmohn *(Papaver argemone* und *rhoeas),* welche periodisch, gewöhnlich alle zwei oder drei Jahre auf den von ihnen heimgesuchten Aeckern unter der Saat auftreten und ausgerottet werden müssen, ehe sie zum Blühen kommen, damit sie nicht ihre unzählbaren und keimzähen Samen ausschütten können. — In der Gesellschaft des Mohnes treten häufig namentlich auf kalkhaltigem Boden auf:

der Kornraden *(Agrostemma githago),* welcher giftige Samen trägt,

der Ackerwachtelweizen *(Melampyrum arvense),*

der Rittersporn *(Delphinium consolida),*

die blaue Kornblume *(Centaurea cyanus);* lauter Pflanzen, welche bei starker Vermehrung dem Getreide den Wachsthumsraum versperren;

die Ackerdistel *(Cirsium arvense),* ein sehr schwer vertilgbares Unkraut, welches sich durch seine zahlreichen, fliegenden Samen ausserordentlich stark vermehrt und rasch ausbreitet, und ausserdem einen ausdauernden, starken, kriechenden Wurzelstock hat, welcher schwer auszuroden ist. Durch alles dieses verschlechtert sie den Boden und Wachsthumsraum für das Getreide;

die Saatwucherblume *(Chrysanthemum segetum),* namentlich auf sandigthonigem Boden;

die gemeine Kamille *(Matricaria chamomilla)* auf lehmigem Boden;

die Acker-Hundskamille *(Anthemis arvense);*

der Ackersenf *(Sinapis arvensis),* namentlich für das Sommerkorn sehr verderblich;

der Hederich *(Erysimum cheiranthoides).*

III. *Würgpflanzen.* Sie umschlingen die Körperglieder der Kulturpflanzen mit ihren rankenden oder kletternden Stengeln und erdrücken sie oder saugen sie aus. Hierher gehören:

1) die Getreidehalme umwickelnd und zusammendrückend, dass sie absterben:

die Vogel-, Seiden- und zottige Wicke *(Vicia cracca, V. tenuifolia* und *V. villosa);*
die knollige Platterbse *(Lathyrus tuberosus),* vorzüglich auf kalkhaltigen Aeckern mit schwer vertilgbaren, ausdauernden, knollenförmigen Wurzelstöcken, welche essbar sind;
die Ackerwinde *(Convolvulus arvensis);*

2) die Glieder der von ihnen umstrickten Pflanzen aussaugend:
die Flachsseide *(Cuscuta epilinum)* auf Leinäckern;
die grosse Flachsseide *(Cuscuta europaea)* auf allen Hülsenfrüchten;
die Kleeseide *(Cuscuta epithymum)* auf Klee. Die Seidenarten können in kurzer Zeit grosse Erbsen-, Wicken- und Kleeäcker aussaugen. Sie sind sehr schwer auszurotten; das Beste ist, die von ihnen befallenen Pflanzen noch vor der Samenbildung der Seide zu roden und zu verbrennen.

Zusatz: Ausser den angeführten Unkräutern machen sich auch noch bemerklich auf Getreidefeldern mit sandiglehmigem Boden: der den Boden verdämmende und aussaugende Ackerwindhalm *(Apera spica venti),* die gemeine Ackertrespe *(Bromus secalinus),* namentlich auf Roggenfeldern, und der Taumellolch *(Lolium temulentum),* ein höchst lästiges Unkraut namentlich unter dem Sommergetreide, welches mehrere Jahre dauert und namentlich in feuchtwarmen Sommern sehr stark wuchert. Bemerkenswerth ist es, dass es giftige Samen besitzt, welche das Getreidemehl vergiften. — Endlich sind auch die verschiedenen Pilze, welche namentlich an den Aehren des Getreides vorkommen, — so die Brandpilze *(Uredo)* und das Mutterkorn *(Claviceps purpurea)* — als schädliche Unkräuter zu erwähnen.

B. Auf Wiesen. — Sonnig gelegene, sich stark bethauende Bodengebiete mit feinsandig-lehmiger, mässig feuchter, reichlich kieselsaure Alkalien spendender Erdkrume bilden zumal in breiten, von einem Flusse durchschlängelten, Thälern und Auen den Hauptwohnsitz der, mit Büschelwurzeln, hohen Halmen und flachen, bandförmigen Blättern versehenen, eigentlichen Wiesen- oder Süssgräser; schattig oder sehr feucht gelegene Gebiete mit thonreicher oder sandiglehmiger, aber mit faulem oder torfigem

Humus durchzogener, zur Verschlammung geneigter, Erdkrume dagegen bilden, zumal wenn sie von Nassgallen durchzogen oder häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, den Hauptwohnsitz der Moose *(Hypnum-* und *Sphagnum-*Arten) des Sumpfschachtelhalms *(Equisetum palustre),* der Pestilenzwurz *(Petasites officinalis),* der Sumpfdotterblume *(Caltha palustris)* und vor allen der mit stark wuchernden, auslaufenden Wurzelbüscheln, knotenlosem, markigem Halme und meist flachblätterigen oder borstlich zusammengerollten Blättern versehenen Schein-, Sumpf- oder Sauergräser, zu denen namentlich die Ried-, Woll-, Binsengräser und Simsen *(Carex-, Eriophorum-, Scirpus-* und *Juncus-*Arten) gehören. Sonnig und trocken gelegene, aber sich stark bethauende, mit leicht austrocknender, lehmig- oder lettigsandreicher Erdkrume versehene, Bodengebiete endlich bilden den Hauptsitz der, — (theils mit grossen Filzwurzelpelzen, theils mit zahlreichen, den Boden nach allen Richtungen hin durchkreuzenden, Wurzelstöcken, flach- und schmal- oder ganz borstenblätterigen, lockeren oder dichten, schwer auszuziehenden Rasenpelzen versehenen) —, Filz- oder Hungergräser (so des Schafschwingels *[Festuca ovina],* der Drahtschmiele *[Aira flexuosa],* des gemeinen und Hundewindhalms *[Agrostis vulgaris* und *Agr. canina]).* Unter diesen verschiedenen Wiesen- oder Grasstaatsbewohnern bilden die Schein- oder Sauergräser einerseits und die Filz- oder Hungergräser andererseits schädliche Eindringlinge oder Unkräuter im Gebiete der fruchtbaren Süss- oder eigentlichen Wiesengräser, welche nicht nur den sich verschlechternden Zustand des Wiesenbodens anzeigen und ihn auch immer weiter herabdrücken, sondern auch die denselben bewohnenden Süssgrässer immer mehr verdrängen; während diese letzteren, sowie sie sich in steigender Menge im Gebiete der Sumpf- und Hungergräser zeigen, eine Besserung in der Ernährungskraft dieses Gebietes andeuten.

Im Gebiete der kräftigen Süssgraswiesen machen sich nun hauptsächlich bemerklich:

I. unter den *Versumpfungspflanzen* ausser den Moosen aus der Familie der *Hypnum-*Arten *(Hyp. purum, Schreberi* und *squarrosum):*

der Sumpfschachtelhalm *(Equisetum palustre);*

die Schlamm- und zusammengedrückte Simse *(Juncus supinus* und *J. compressus);*

das Flohsamen-, stachelköpfige, sperrfrüchtige, stielrunde, weissgraue, straffe, gemeine Rasen-Riedgras *(Carex pulicaris, C. muricata, C. teretiuscula, C. canescens, C. stricta, C. vulgaris* und *caespitosa);*

das Wollgras *(Eriophorum angustifolium);*

die Pestilenzwurz *(Petasites officinalis);*

die Sumpfdotterblume *(Caltha palustris);*

II. unter den *Verdämmungspflanzen* vorzüglich Pflanzenarten mit zahlreichen fliegenden Samen aus der Familie der *Compositeen,* so

die oben schon genannten Disteln und vor allen der durch seine starken, rübenförmigen Wurzelstöcke schädlich werdende Löwenzahn *(Taraxacum vulgare);*

die gemeine Flockenblume *(Centaurea jacea);*

der Wiesensalbei *(Salvia pratensis);*

die Pastinake *(Pastinaca sativa);*

der Taumel-Kälberkropf *(Chärophyllum temulum);*

die Mohrrübe *(Daucus carota).*

C. In Wäldern. — Die Hauptansiedelungsplätze der forstschädlichen Unkräuter im Gebiete der Wälder sind einerseits krankhafte oder absterbende Bäume und andererseits Lücken in dem Schlusse der den Wald zusammensetzenden Bäume. — Krankhafte oder absterbende Bäume bilden die Brutplätze zunächst aller möglichen Pilzarten, welche hauptsächlich die krankhaften Säfte der Bäume angreifen, in das Innere des Zellengewebes derselben eindringen und den Mark- und Holzkörper so faulig machen, dass er zuletzt in erdigen Mulm zerfällt, sodann aller möglichen Flechtenarten, welche indessen gewöhnlich erst dann sich auf den Bäumen niederlassen, wenn die Pilze deren Körper schon getödtet und gewissermassen mineralisch gemacht haben. Flechten, vor allen die Bartflechten, sind eigentlich die Bewohner von Baumleichen und darum nicht schädlich, ja insofern sogar nützlich, als sie die dürren, saftlosen Baumtheile zur Erdkrumenbildung anregen.

Am gefährlichsten für den Wald sind die in seinem Gebiete vorkommenden Blössen, Schläge und breiten Fahrstrassen, sobald

dieselben so gelegen sind, dass sie den Tummelplatz von solchen Witterungspotenzen bilden, welche Grund und Boden derselben für die fernere Pflege der Bäume untauglich machen. In dieser Weise wird z. B. eine grosse Waldblösse, welche auf einem leicht erhitzbaren, stark verdunstenden und leicht austrocknenden sandigen, sandiglehmigen oder eisenschüssigen Lettenboden lagert, während der grössten Tageszeit von den Wärmestrahlen der Sonne so durchhitzt, dass sie, auch wenn sie sich in der Nacht stark bethauet, für viel Feuchtigkeit begehrende Baumpflanzen (z. B. Buchen) unbrauchbar, aber für die Filz- und Ausläufer treibenden, schmal- oder borstenblätterigen Wuchergräser, Haiden, Besenpfriemen und Ginster in der kürzesten Zeit ein Haupttummelplatz, zumal wenn sie umgelockert worden ist. Ebenso wird eine an sich feucht oder nebelig gelegene Blösse, wenn sie dem Zutritte von feuchten Luftströmungen geöffnet, dagegen den trockenen Winden verschlossen ist, gar bald ein Hauptsitz von sumpf- und moorbildenden Moosen, Riedgräsern, Wollgräsern, Simsen. Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die ein Waldgebiet durchsetzenden Fahrstrassen. Lagert ein Waldgebiet mit sandiglehmigem oder lettenartigem Boden unmittelbar an Bergwiesen, Triften oder Haiden, und es werden von seinem Rande aus Fahrstrassen nach den in seinem Innern gelegenen Schlägen („Holzschlägen“) geführt, so dauert es gar nicht lange und man sieht an allen gelockerten Bodenstellen dieser Strassen Schaaren von auswandernden Wuchergräsern, so vom gemeinen und Hundswindhalm, von der Drahtschmiele, dem weichen Honiggrase etc., welche alle nach den Schlägen ziehen, um daselbst ihre Colonien anzulegen. Von ganz besonderer Bedeutung sind solche Fahrstrassen für Gebirgswälder, welche von Westen oder überhaupt von einer Seite her in die Wälder geführt sind, auf welcher nur feuchte Luftströmungen in ihr Inneres geleitet werden. Stehen solche Strassen nicht mit Strassen in unmittelbarem Verband, welche trockene Windströme herbeiführen, oder durchschneiden sie nicht geradezu von West nach Osten den Wald, dann können sie zumal in Wäldern, welche in der Nebelregion lagern, nicht nur die Randbäume dieser Strassen zu üppigen Pilz-, Flechten- und Mooscolonien, sondern auch das Innere dieser Wälder, zumal da, wo Waldblössen sich befinden, in wahre Moorungen umwandeln.

Aus allem eben Mitgetheilten folgt also, dass ein Wald nur dann gegen wirkliche Unkräuter geschützt bleibt, wenn seine Bäume in ihrem naturgemässen Zusammenschlusse bleiben, oder, wenn durch Krankheit oder Insectenfrass einzelne Bäume absterben, die dadurch entstehenden Blössen nicht so umfangreich sind, dass durch sie die, für das Wohlbefinden der Bäume nothwendige, Natur des Bodens und seiner Umgebung nicht wesentlich verändert wird, — oder endlich, wenn diese Blössen bei grösserem Umfange so bald als möglich durch neue Anpflanzung von geeigneten Bäumen gegen die andrängenden Unkräuter geschützt werden.

Unter den am häufigsten in dem Gebiete der Wälder auftretenden wirklichen Unkräutern nun machen sich am bemerkbarsten folgende:

I. von *Verdämmungs-* und *Bodenaussaugungspflanzen:*

a. meistens borstenblätterige Filz- und Ausläufer treibende Gräser, so

die Drahtschmiele *(Aïra flexuosa),* welche tief in den Boden eindringende, vielfaserige Filzwurzeln und dicht in einander verschlungene Rasenpelze treibt;

der gemeine und Hundswindhalm *(Agrostis vulgaris* und *canina),* von denen der erstere flache Blätter und immer dichter und umfangreicher werdende Rasenpelze, der zweite aber immer weiter sich ausbreitende Ausläufernetze namentlich auf Saatbeeten treibt;

das weiche Honiggras *(Holcus mollis),* flachblätterig und wie der Hundswindhalm namentlich auf Saatbeeten immer engmaschiger werdende Ausläufernetze treibend;

der Schaf-, harte und rothe Schwingel *(Festuca ovina, duriuscula* und *rubra),* von denen namentlich der letzte auf Saatbeeten auftritt;

das gemeine Borstengras (siehe unter II. b.).

Alle diese Grasarten nehmen nicht nur den jungen Pflanzen der Bäume den Wachsthumsraum weg, sondern schaffen auch bei ihrer Verwesung einen saftlosen, kohligen Humus, welcher die Haide herbeizieht;

b. Holzgewächse:

das Haidekraut *(Calluna vulgaris)*, die häufige Nachfolgerin namentlich der Drahtschmiele, aber nicht selten auch von ihr verdrängt; jedoch am üppigsten auf vermoorenden Flächen in der Gesellschaft von *Nardus stricta* und vertorfenden Moosen;

die Preisselbeere *(Vaccinium vitis idaea)*, gewöhnlich in der Gesellschaft der Haide;

die Heidelbeere *(Vaccinium myrtillus)*, namentlich in gelichteten Wäldern auf verarmendem, sandiglehmigem oder lettenartigem Boden;

die Besenpfrieme *(Sarothamnus vulgaris* oder *Spartium scoparium)*, vorzugsweise auf Triften mit sandreichem Boden und von ihnen aus in die angrenzenden Wälder streifend und mit ihren schwer ausziehbaren, zähen, langen Wurzeln den Boden nach allen Richtungen hin durchkreuzend und ausdürrend;

II. *Versumpfungs-* oder *Vermoorungspflanzen:*

a. Moose aus den Familien der schon wiederholt genannten Wassermoose *(Sphagnum*, so namentlich *Sphagn. acutifolium)*, Stammmoose *(Polytrichum*, so *Pol. gracile* und *juniperinum)* und Astmoose *(Hypnum*, so *Hypn. cuspidatum* und *scorpioides)*;

b. Gräser, so vor allen:

das gemeine Borstengras *(Nardus stricta)*, ein Filzgras erster Art, welches hauptsächlich auf Nassgallen und quelligen Stellen von sandreichem Boden auftritt und fortwährend Feuchtigkeit anzieht, und so festhält, dass sich in seiner Umgebung die eben genannten Moose ansiedeln können;

c. Scheingräser aus den Familien der Wollgräser *(Eriophorum*, so *Er. vaginatum)*, der Riedgräser *(Carex limosa, teretiuscula, ampulacea, vesicaria, pulicaris, paradoxa, capitata)*, der Binsen *(Scirpus sylvaticus, setaceus, caespitosus)* und der Simsen *(Juncus glomeratus, sylvaticus, filiformis etc.)*;

d. Holzgewächse, so namentlich das schon genannte Haidekraut *(Calluna)* und die Preisselbeere *(Vacc. vitis idaea)*, welche jedoch beide eigentlich erst auf den, durch vorstehende Moose

und grasartige Gewächse schon fertig zubereiteten, Mooren auftreten, sobald dieselben an ihrer Oberfläche austrocknen und sogenannten Moos- oder Moorhumus bilden;

III. *Baumschmarotzer.* — Zu ihnen gehören alle diejenigen Unkräuter, welche den Körper eines Baumes angreifen und ihn allmählich tödten. Je nach ihrem Auftreten sind von ihnen zu unterscheiden:

a. Baumwürger, welche mit ihren Stengeln, Zweigen, Blättern oder Ranken sich an den Stämmen der Bäume in die Höhe ziehen und dann die Aeste, Zweige und Blätter der letzteren so fest umschlingen, dass das Zellgewebe namentlich der Rinde und des Bastes dieser Bäume zerdrückt und ihr Saftumlauf gestört wird. Zu diesen Würgern gehört namentlich die Waldrebe *(Clematis vitalba)* und der Hopfen *(Humulus lupulus)*; der Epheu *(Hedera helix)* nur scheinbar, indem er nur mit seinen Haftkrallen äusserlich an der Rinde der Bäume in die Höhe kriecht. Eher schadet derselbe dadurch, dass er die Rinde der Bäume zu feucht erhält und dadurch Brutplätze für Pilze schafft.

b. Baumsauger, zu denen die, mit ihren Saugwurzeln in das Innere der Bäume eindringende und von deren Safte schmarotzende, Mistel *(Viscum album)* gehört.

c. Baumvergifter, zu denen die schon wiederholt genannten Pilze gehören, welche die von ihnen befallenen Theile des Baumes faulig machen und so allmählich den ganzen Baum tödten. Sie sind die gefährlichsten Unkräuter für die Bäume des Waldes, indem sie auch die gesündesten Bäume befallen können, wenn sich an diesen auch nur eine wunde Stelle ihres Körpers befindet, oder wenn durch fortwährend auf sie eindringende, nebelige oder feuchte Luftströme ihr Körper krankhaft gemacht und mit Pilzkeimlingen beworfen wird. Sie sind unter den Pflanzen gewissermassen dasselbe, was unter den Thieren die forstschädlichen Borkenkäfer sind.

Soviel über die als wirkliche Unkräuter im Gebiete namentlich der kultivirten Pflanzenstaaten auftretenden Untersiedlerpflanzen. Wie aus dem vorstehend Mitgetheilten zu ersehen ist, so sind es lauter schnellwüchsige und sich stark vermehrende Pflanzen, welche namentlich dadurch zu Unkräutern für andere Pflanzen werden, dass sie sich auf ihren ursprünglichen Wohnsitzen so stark vermehren, dass ihre Nachkommenschaft auf diesen letzteren keinen Wachsthumsraum mehr findet und dadurch gezwungen wird, in die an ihren Grenzen lagernden Gebiete auszuwandern und sich in den, von den herrschenden Pflanzen dieser Gebiete noch unbesetzten, Räumen anzusiedeln. Indem sie nun aber in diesen eroberten Gebieten von neuem wuchern, verdämmen sie nicht nur der Nachkommenschaft der daselbst wohnenden Stammpflanzen, sondern auch ihrer eigenen Brut den Ernährungs- und Wachsthumsraum so, dass sie auch hier allmählich verkümmern und nun die Herrschaft über ihr erobertes Gebiet entweder einer neuen Sippschaft von Eindringlingen, — denen der aus ihren absterbenden Körpermassen entstehende Humus zu ihrem Gedeihen günstig ist, — oder unter geeigneten Verhältnissen sogar den ehemaligen Bodenbesitzern wieder abtreten.




56074
S591
S4.

